

**Análise de Eficiência das Unidades Locais de Saúde:
uma aplicação da *Data Envelopment Analysis***

por

António André de Sousa Moreira

Dissertação de Mestrado em Gestão e Economia de Serviços de Saúde

Orientada por: Prof. Doutor Álvaro Fernando Santos Almeida

Porto, 2016

NOTA BIOGRÁFICA

André Moreira nasceu em 1990, na cidade de Paredes.

Em 2013, concluiu o Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica (especialização em Engenharia Clínica) na Universidade do Minho. No âmbito da sua dissertação, teve a oportunidade de integrar o grupo de investigação “Biofilm group” (do Centro de Engenharia Biológica da Universidade do Minho), onde desenvolveu um estudo sobre os fatores de virulência de espécies de *Candida*, e de realizar um estágio curricular (de 4 meses) na Comissão de Controlo de Infecções do Hospital dos Lusíadas do Porto.

De fevereiro a julho de 2014, ele trabalhou como bolseiro de investigação na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, no projeto "WICKEEG - Um novo elétrodo para EEG baseado num polímero poroso para registo de EEG: do desenvolvimento dos materiais aos testes *in vivo*", apoiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT).

Entre julho de 2014 e abril de 2015, André Moreira assumiu a função de gestor de projeto estagiário no HCP – *Health Cluster Portugal* – e, desde então, assume responsabilidades de gestor de qualidade numa empresa dedicada à produção e comercialização de sistemas de administração de fármacos.

AGRADECIMENTOS

Várias foram as pessoas que contribuíram, das mais diversas formas, para a realização desta dissertação. Deste modo, quero aproveitar esta secção para expressar o meu sincero agradecimento a todos aqueles que colaboram neste trabalho, permitindo assim que os objetivos inicialmente propostos fossem atingidos.

Ao **Professor Doutor Álvaro Almeida**, por toda a dedicação e disponibilidade que demonstrou ao longo deste trabalho, através das suas orientações, sugestões e conselhos, e por ter acreditado nas minhas capacidades. Agradeço-lhe também o facto de ter partilhado comigo os seus vastos e sábios conhecimentos, assim como o seu genuíno interesse pelos sistemas de saúde – “O meu muito obrigado!”.

Agradeço também à **Administração Central do Sistema de Saúde** e às **Administrações Regionais de Saúde** por me terem facultado a maioria dos dados de que necessitei para a realização deste trabalho.

A todos os **colegas do Mestrado em Gestão e Economia de Serviços de Saúde**, pela interajuda, pelo apoio e, sobretudo, pela partilha de conhecimento. Quero deixar também uma palavra de carinho à **Joana Vales** e à **Isabel Moraes** pela permanente ajuda, disponibilidade, motivação e pelo companheirismo. Todos sabemos que esta caminhada não foi fácil, mas (com muito trabalho) conseguimos.

A todos os meus **amigos**, pela interajuda, pela motivação e pela boa disposição durante este percurso. Agradeço-lhes também a paciência que tiveram para comigo, pois confesso que nem sempre foi fácil conciliar a vida profissional, a vida social e a vida académica.

Por último, e não menos importante, quero agradecer aos meus **Pais** e à minha **Família**, pelo constante apoio e carinho, pela paciência nos dias menos bons, pelo conforto e pela motivação. Eles serão sempre fundamentais na minha vida...

RESUMO

No âmbito das recentes reformas ao nível dos modelos de gestão e organização das instituições de saúde, surge o conceito de integração vertical de cuidados de saúde. Em Portugal, este conceito foi materializado através da criação das Unidades Locais de Saúde (ULS), cuja eficiência ainda é pouco estudada. Assim, o objetivo desta dissertação é avaliar se as ULS são tecnicamente mais eficientes do que a alternativa de ter agrupamentos de centros de saúde (ACES) organicamente independentes dos hospitais e determinar quais as unidades mais eficientes. Verificou-se ainda se a localização e a lotação influenciam (ou não) a eficiência técnica destas instituições.

Para tal, foi aplicada a técnica *Data Envelopment Analysis* (DEA) – modelo de rendimentos constantes à escala orientado para os *outputs* – que permitiu analisar a eficiência técnica entre as ULS existentes atualmente em Portugal (ULS originais) e as unidades compostas “artificialmente” por combinação dos ACES com os hospitais de referência (ULS sintéticas), e tendo por base a rede de referenciação hospitalar de cirurgia geral. Uma vez obtidos os *scores* de eficiência, foi estimado um modelo de regressão linear múltipla através do método dos mínimos quadrados ordinários.

Os resultados mostraram que a ULS do Alto Minho, a ULS de Matosinhos, a ULS do Norte Alentejano e a ULS do Litoral Alentejano são as mais eficientes, entre as ULS originais, enquanto que as unidades mais eficientes entre as ULS sintéticas são oriundas das Administrações Regionais de Saúde do Norte e Centro. Este estudo permitiu também concluir que as ULS originais são estatisticamente mais eficientes do que as ULS sintéticas ($p < 0,05$). A par disso, verificou-se ainda que a localização afeta significativamente a eficiência das unidades de saúde ($p < 0,05$), contrariamente ao que acontece com a lotação das instituições ($p > 0,05$).

Em suma, este trabalho permitiu demonstrar que as ULS podem contribuir para o aumento da eficiência no setor da saúde.

Palavras-chave: ACES, DEA, eficiência técnica, hospitais, integração vertical, ULS.

ABSTRACT

In the context of the recent reforms in terms of the management and organizational models for health institutions, the concept of vertical integration of healthcare arises. In Portugal, this concept was materialized through the creation of Local Health Units (LHU or, in Portuguese, ULS), whose efficiency is still little studied. So, the aim of this work is to evaluate if LHU are technically more efficient than the alternative of having health centre groups (HCG or, in Portuguese, ACES) organically independents of hospitals and determine the most efficient units. It was still verified if the location and the capacity influence (or not) the technical efficiency of these institutions.

For that, it was applied the Data Envelopment Analysis (DEA) technique – constant returns to scale model oriented to outputs – which allowed to analyse the technical efficiency between the current LHU in Portugal (original LHU) and the composite units “artificially” by HCG and referral hospitals (synthetic LHU), and based on the hospital referral network of general surgery. Once obtained the efficiency scores, it was estimated a linear multiple regression model using the method of ordinary least squares.

The results showed that LHU of Alto Minho, LHU of Matosinhos, LHU of Norte Alentejano and LHU of Litoral Alentejano are the most efficient, among the original LHU, while the most efficient units of synthetic LHU are from the Regional Health Administrations of North and Centre. This study allowed also to conclude that the original LHU are statistically more efficient than the synthetic ULS ($p < 0,05$). In addition, it was also verified that the location significantly affects the efficiency of the health units ($p < 0,05$), contrary to what happens with the capacity of institutions ($p > 0,05$).

In short, this work allowed to demonstrate that LHU may contribute to efficiency's increase in the health sector.

Keywords: ACES, DEA, technical efficiency, hospitals, vertical integration, ULS.

ÍNDICE

Nota biográfica.....	iii
Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vii
Abstract	viii
Índice.....	ix
Índice de figuras	xi
Índice de tabelas	xiii
Índice de abreviaturas	xxi
CAPÍTULO 1 Introdução.....	1
1.1. Motivação	1
1.2. Objetivos.....	3
1.3. Organização da dissertação.....	4
CAPÍTULO 2 Revisão da literatura.....	5
2.1. Reformas no setor da saúde português	5
2.2. Instituições de saúde do SNS.....	7
2.2.1. Agrupamentos de centros de saúde	8
2.2.2. Hospitais.....	9
2.2.3. Unidades Locais de Saúde.....	12
2.3. Eficiência: conceito e medição	18
2.3.1. Eficiência vs. eficácia.....	18
2.3.2. Medição da eficiência: métodos paramétricos e não-paramétricos	20
2.4. A técnica <i>Data Envelopment Analysis</i>	21
2.4.1. Modelos de DEA.....	22
2.4.2. “ <i>Second-stage</i> DEA”.....	23
2.5. O DEA no setor da saúde: medição da eficiência.....	24

2.5.1. Eficiência nos cuidados primários	26
2.5.2. Eficiência nos cuidados hospitalares	28
CAPÍTULO 3 Metodologia.....	35
3.1. Questões de investigação	36
3.2. Desenho metodológico	37
3.3. Definição das variáveis e da amostra	38
3.3.1. <i>Inputs e outputs</i>	38
3.3.2. DMUs	42
3.3.3. Análise descritiva da amostra	46
3.4. Recolha de dados.....	47
3.5. “ <i>Two-stage</i> DEA”	47
3.5.1. “ <i>First-stage</i> DEA”	47
3.5.2. “ <i>Second-stage</i> DEA”	49
CAPÍTULO 4 Resultados e discussão	53
4.1. Resultados da “ <i>first-stage</i> DEA”	56
4.2. Resultados da “ <i>second-stage</i> DEA”	58
CAPÍTULO 5 Conclusões.....	63
Bibliografia.....	65
Anexos	77
ANEXO A – Listagem das unidades hospitalares do SNS.....	77
ANEXO B – Classificação dos hospitais/CH e ULS que integram a rede de cirurgia geral	81
ANEXO C – Dados das variáveis independentes do modelo de regressão.....	83
ANEXO D – Resultados das combinações testadas	85
ANEXO E – Regressão linear múltipla: testes efetuados à combinação 16	119

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 – Estrutura simplificada da rede do SNS (<i>Decreto-Lei n.º 28/2008, de 22 de fevereiro</i>).....	7
Figura 2.2 – Fatores que impulsionaram a integração de cuidados de saúde (Entidade Reguladora da Saúde, 2015; Gröne & Garcia-Barbero, 2001).	10
Figura 2.3 – Composição e funcionamento das PPP hospitalares em Portugal: EGED – responsável pela gestão das infraestruturas por um período de 30 anos; EGEST – responsável pela gestão hospitalar, incluindo a exploração da atividade clínica, por um prazo de 10 anos (Rebelo, 2014).	11
Figura 2.4 – Composição/criação das ULS que compõem a rede hospitalar do SNS. Legenda: H = Hospital; CH = Centros Hospitalares e CS = centros de saúde. *Indica os ACES que não tendo sido criados por Portaria foram formalizados por cada uma das ULS na qual se integram (Entidade Reguladora da Saúde, 2015).	13
Figura 2.5 – Distribuição das ULS em Portugal Continental (Entidade Reguladora da Saúde, 2015).	14
Figura 2.6 – Componentes do desempenho (Ozcan, 2008).	18
Figura 2.7 – Fronteiras de OLS, DEA e SFA para um único <i>input</i> e um único <i>output</i> (Jacobs, 2001).	21
Figura 2.8 – Classificação dos modelos de DEA (Ozcan, 2008).	22
Figura 2.9 – Número de estudos de eficiência na saúde, entre 1983 e 2006 (Hollingsworth, 2008).	25
Figura 2.10 – Percentagem de estudos de eficiência na saúde, entre 1983 e 2006: (a) em função do método utilizado e (b) em termos de aplicação (Hollingsworth, 2008).	26

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 – Esquematização da metodologia adotada na execução da dissertação.35

Figura 3.2 – Algoritmo de referenciação para a especialidade de cirurgia geral (Maciel et al., 2015).44

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 2.1 – Distribuição dos ACES e USF por região e Administração Regional de Saúde (ARS)	9
---	---

Tabela 2.2 – Oportunidades e ameaças no processo de integração vertical de cuidados de saúde (adaptado de Entidade Reguladora da Saúde (2015) e Santana & Costa, (2008))	15
--	----

CAPÍTULO 3

Tabela 3.1 – Descrição das variáveis: <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	39
--	----

Tabela 3.2 – Descrição das DMUs	42
---------------------------------------	----

Tabela 3.3 – Análise descritiva da amostra analisada (obtida por via do STATA).....	46
---	----

Tabela 3.4 – Descrição das variáveis (dependentes e independentes) do modelo de regressão linear múltipla	50
---	----

CAPÍTULO 4

Tabela 4.1 – Combinações testadas ao longo do trabalho, cujos resultados estão discriminados no ANEXO D	54
---	----

Tabela 4.2 – <i>Scores</i> de eficiência obtidos por aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> a uma amostra de 20 DMUs (via SIAD)	56
---	----

Tabela 4.3 – Estimação do modelo de regressão linear múltipla, através do método OLS, onde a variável dependente corresponde ao <i>score</i> de eficiência padrão (SCORE), enquanto que as variáveis independentes correspondem ao tipo de unidade (TIPO, 1 se ULS sintética ou 0 se ULS original), ao tipo de localização (LOCAL, 1 se no litoral ou 0 se no interior do país) e ao número de camas (LOT) de cada instituição de saúde	58
---	----

ANEXOS

Tabela A.1 – Listagem das instituições que compõem a rede hospitalar do SNS	77
Tabela B.1 – Hospitais, Centros Hospitalares e Unidades Locais de Saúde, segundo a Portaria n.º 82/2014, de 10 de abril	82
Tabela C.1 – Variáveis independentes do modelo de regressão linear múltipla e discriminadas por DMU	83
Tabela D.1 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> à amostra da combinação 1	85
Tabela D.2 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + \beta_2*LOCAL + u$ para a combinação 1, através do método OLS.....	86
Tabela D.3 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + u$ para a combinação 1, através do método OLS	86
Tabela D.4 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> à amostra da combinação 2.....	87
Tabela D.5 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + \beta_2*LOCAL + u$ para a combinação 2, através do método OLS.....	88
Tabela D.6 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + u$ para a combinação 2, através do método OLS	88
Tabela D.7 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> à amostra da combinação 3.....	89
Tabela D.8 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + \beta_2*LOCAL + \beta_3*LOT + u$ para a combinação 3, através do método OLS.....	90
Tabela D.9 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + \beta_2*LOCAL + u$ para a combinação 3, através do método OLS.....	90

Tabela D.10 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + \beta_2*LOT + u$ para a combinação 3, através do método OLS	91
Tabela D.11 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> à amostra da combinação 4	91
Tabela D.12 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + \beta_2*LOCAL + \beta_3*LOT + u$ para a combinação 4, através do método OLS	92
Tabela D.13 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + \beta_2*LOCAL + u$ para a combinação 4, através do método OLS	93
Tabela D.14 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + \beta_2*LOT + u$ para a combinação 4, através do método OLS	93
Tabela D.15 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> à amostra da combinação 5	94
Tabela D.16 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + \beta_2*LOCAL + \beta_3*LOT + u$ para a combinação 5, através do método OLS	94
Tabela D.17 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + \beta_2*LOCAL + u$ para a combinação 5, através do método OLS	95
Tabela D.18 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + \beta_2*LOT + u$ para a combinação 5, através do método OLS	95
Tabela D.19 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> à amostra da combinação 6	96
Tabela D.20 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + \beta_2*LOCAL + \beta_3*LOT + u$ para a combinação 6, através do método OLS	96
Tabela D.21 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + \beta_2*LOCAL + u$ para a combinação 6, através do método OLS	97

Tabela D.22 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOT} + u$ para a combinação 6, através do método OLS.....	97
Tabela D.23 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> à amostra da combinação 7.....	98
Tabela D.24 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + \beta_3 \cdot \text{LOT} + u$ para a combinação 7, através do método OLS.....	98
Tabela D.25 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + u$ para a combinação 7, através do método OLS.....	99
Tabela D.26 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOT} + u$ para a combinação 7, através do método OLS.....	99
Tabela D.27 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> à amostra da combinação 8.....	100
Tabela D.28 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + u$ para a combinação 8, através do método OLS.....	101
Tabela D.29 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> à amostra da combinação 9.....	101
Tabela D.30 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + u$ para a combinação 9, através do método OLS.....	102
Tabela D.31 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> à amostra da combinação 10.....	102
Tabela D.32 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + u$ para a combinação 10, através do método OLS.....	103
Tabela D.33 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> à amostra da combinação 11.....	103

Tabela D.34 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + u$ para a combinação 11, através do método OLS	104
Tabela D.35 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> à amostra da combinação 12	104
Tabela D.36 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + \beta_3 \cdot \text{LOT} + u$ para a combinação 12, através do método OLS	105
Tabela D.37 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + u$ para a combinação 12, através do método OLS	106
Tabela D.38 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOT} + u$ para a combinação 12, através do método OLS	106
Tabela D.39 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> à amostra da combinação 13	107
Tabela D.40 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + \beta_3 \cdot \text{LOT} + u$ para a combinação 13, através do método OLS	108
Tabela D.41 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + u$ para a combinação 13, através do método OLS	108
Tabela D.42 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOT} + u$ para a combinação 13, através do método OLS	109
Tabela D.43 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> à amostra da combinação 14	109
Tabela D.44 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + \beta_3 \cdot \text{LOT} + u$ para a combinação 14, através do método OLS	110
Tabela D.45 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + u$ para a combinação 14, através do método OLS	110

Tabela D.46 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOT} + u$ para a combinação 14, através do método OLS.....	111
Tabela D.47 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> à amostra da combinação 15.....	111
Tabela D.48 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + \beta_3 \cdot \text{LOT} + u$ para a combinação 15, através do método OLS.....	112
Tabela D.49 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + u$ para a combinação 15, através do método OLS.....	112
Tabela D.50 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOT} + u$ para a combinação 15, através do método OLS.....	113
Tabela D.51 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + \beta_3 \cdot \text{LOT} + u$ para a combinação 16, através do método OLS.....	113
Tabela D.52 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + u$ para a combinação 16, através do método OLS.....	114
Tabela D.53 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOT} + u$ para a combinação 16, através do método OLS.....	114
Tabela D.54 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> à amostra da combinação 17.....	115
Tabela D.55 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + \beta_3 \cdot \text{LOT} + u$ para a combinação 17, através do método OLS.....	115
Tabela D.56 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOCAL} + u$ para a combinação 17, através do método OLS.....	116
Tabela D.57 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TIPO} + \beta_2 \cdot \text{LOT} + u$ para a combinação 17, através do método OLS.....	116

Tabela D.58 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos <i>outputs</i> à amostra da combinação 18	117
Tabela D.59 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + \beta_2*LOCAL + \beta_3*LOT + u$ para a combinação 18, através do método OLS	117
Tabela D.60 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + \beta_2*LOCAL + u$ para a combinação 18, através do método OLS	118
Tabela D.61 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + \beta_2*LOT + u$ para a combinação 18, através do método OLS	118
Tabela E.1 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1*TIPO + \beta_2*LOCAL + \beta_3*LOT + u$ para a combinação 16, sem aplicação do comando <i>robust</i> do STATA...	119
Tabela E.2 – Resultados do teste do fator de inflação da variância.....	119

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ACES	Agrupamentos de Centros de Saúde
ACSC	<i>Ambulatory Care Sensitive Conditions</i>
ACSS	Administração Central do Sistema de Saúde
ARS	Administração Regional de Saúde
BIUSF	Plataforma de Gestão do Conhecimento em Saúde/USF
CH	Centro(s) Hospitalar(es)
CIR	Número total de cirurgias
CMED	Número total de consultas efetuadas apenas por médicos
CMVMC	Custos das mercadorias vendidas e matérias consumidas
CONS	Número total de consultas
CRS ou CCR	<i>Constant Returns to Scale</i>
CSP	Cuidados de Saúde Primários
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
DMU	<i>Decision Making Unit</i>
EGED	Entidade Gestora do Edifício
EGEST	Entidade Gestora do Estabelecimento
ENF	Número total de enfermeiros
EPE	Entidade Pública Empresarial
ERS	Entidade Reguladora da Saúde
EUA	Estados Unidos da América
FHSAs	<i>English Family Health Services Authorities</i>
FSE	Custos dos subcontratos, fornecimentos e serviços externos
GDH	Grupos de Diagnóstico Homogêneos
HCG	<i>Health Centre Groups</i> (em português, ACES)
HMOs	<i>Health Management Organizations</i>
IKA	<i>Institut d'Assurances Sociales</i>
LHU	<i>Local Health Units</i> (em português, ULS)
LOT	Lotação ou número total de camas
MCDT	Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica

MED	Número total de médicos
MQO	Método dos Mínimos Quadrados
NDATSS	<i>National Drug Abuse Treatment System Survey</i>
OLS	<i>Ordinary Least Squares</i>
POCMS	Plano Oficial de Contabilidade do Ministério da Saúde
PPP	Parceria Público-Privada
RH	Número total de médicos e enfermeiros
SA	Sociedade Anónima
SAP	Serviços de Atendimento Permanente
SFA	<i>Stochastic Frontier Analysis</i>
SIAD	Sistema Integrado de Apoio à Decisão
SNS	Serviço Nacional de Saúde
SPA	Setor Público Administrativo
TE	Tempo de espera da lista de inscritos para cirurgia (em meses)
TMRG	Tempo Máximo de Resposta Garantido
UAG	Unidade de Apoio à Gestão
UCC	Unidade de Cuidados na Comunidade
UCSP	Unidade de Cuidados de Saúde Personalizados
ULS	Unidade Local de Saúde
URAP	Unidade de Recursos Assistenciais Partilhados
USF	Unidade de Saúde Familiar
USP	Unidade Funcional de Saúde Pública
VAMCs	<i>Veterans Administration Medical Centres</i>
VRS ou BCC	<i>Variable Returns to Scale</i>

CAPÍTULO 1

Introdução

Será que as unidades locais de saúde (ULS) são tecnicamente mais eficientes do que a alternativa de ter agrupamentos de centros de saúde (ACES) organicamente independentes dos hospitais? Esta é a questão que serve de mote a esta dissertação. Na verdade, a mesma centrar-se-á na análise de eficiência técnica entre as ULS (originais) e a alternativa em questão, através de uma metodologia de programação linear não-paramétrica – a *Data Envelopment Analysis* (DEA) –, seguida pela estimação de um modelo de regressão linear múltipla – através do método dos mínimos quadrados ordinários (MQO) ou OLS (do inglês *Ordinary Least Squares*). É de notar, desde já, que a alternativa referida acima será materializada neste trabalho através da construção de ULS sintéticas.

Enquanto que as ULS originais corresponderão às oito ULS existentes atualmente em Portugal, fruto da implementação da integração vertical de cuidados de saúde¹ no país, as ULS sintéticas serão compostas “artificialmente” por um ou mais hospitais e os respetivos ACES que para eles referenciam. Na verdade, tanto em Portugal como em termos internacionais, as organizações integradas de saúde foram criadas com o “intuito de combater o “conjunto de ilhas” onde assenta a atual estrutura fragmentada de oferta de cuidados de saúde” (Reis, 2005), “conjunto de ilhas” esse que, no contexto português, é personificado no conjunto dos ACES organicamente independentes dos hospitais. Assim, neste estudo, pretende-se perceber até que ponto é que este tipo de integração organizacional de cuidados de saúde afeta (ou não) a eficiência técnica destas instituições de saúde.

1.1. Motivação

Desde finais do século XX, várias são as reformas que têm sido aplicadas aos

¹ A integração vertical de cuidados de saúde resume-se à agregação dos cuidados hospitalares e dos centros de saúde numa única entidade de prestação e gestão de serviços de saúde. A mesma será alvo de análise no ponto 2.2.3.

modelos de gestão e organização das instituições de saúde portuguesas, com vista à diminuição das assimetrias regionais, ao controlo da despesa pública e ao aumento da eficiência (Carriço, 2012; *Lei n.º 27/2002, de 8 de novembro*). O teor destas reformas tem se centrado essencialmente na tentativa de reduzir a fragmentação da prestação de cuidados de saúde e na mudança do paradigma hospitalocêntrico (ou hospitalocentrismo) – paradigma esse onde o sistema de saúde está construído em torno dos cuidados hospitalares e/ou especializados –, sendo a destacar: a criação de unidades de internamento a longo prazo, a criação de organizações integradas de saúde, a reorganização do mapa hospitalar público e da transformação dos hospitais sociedade anónima (SA) em entidades públicas empresariais (EPE) (Oliveira & Ferreira, 2014; Santana & Costa, 2008). Importa também referir que o hospitalocentrismo é considerado por muitos como uma das principais fontes de ineficiência e de iniquidade nos sistemas de saúde, sendo também de notável resiliência e responsável por acarretar elevados custos em termos de medicação desnecessária e iatrogenia, comprometendo assim a dimensão social da saúde humana (World Health Organization, 2008).

No âmbito destas reformas, vários investigadores têm estudado o efeito do tipo de gestão e financiamento sobre a eficiência das instituições de saúde: quer dos ACES (Amado & Santos, 2009), quer dos hospitais (Gomes, 2015; Moreira, 2008), quer das ULS (Entidade Reguladora da Saúde, 2015). O número de estudos sobre a análise de eficiência no setor da saúde continua a aumentar e o DEA tem sido a via pela qual a maioria dos investigadores têm optado (Hollingsworth, 2003). A metodologia DEA, que será analisada com maior detalhe mais à frente (ponto 2.4.), é considerada uma boa técnica para análises globais de eficiência, a que se “melhor adapta à multiplicidade de recursos e produtos existentes na atividade hospitalar” e a que permite “uma exploração da fronteira de eficiência sem se fazer uma assunção da sua forma funcional” (Oliveira & Ferreira, 2014).

Por estas razões, e dado que na literatura já há análises de eficiência realizadas no contexto dos cuidados de saúde primários (CSP) e dos cuidados hospitalares (mas de forma isolada), optou-se neste trabalho por analisar a eficiência de organizações verticalmente integradas de saúde, juntamente com outras organizações que, apesar de oferecerem serviços de saúde similares às instituições integradas, apresentam um funcionamento autónomo da prestação de cuidados de saúde. Por outras palavras,

determinar-se-á a eficiência técnica de ULS originais e ULS sintéticas (que resultarão da conjugação dos ACES com os respetivos hospitais de referência e que constituem a alternativa anterior à criação das ULS). É importante perceber se a integração vertical de cuidados de saúde tem constituído uma boa alternativa ao conjunto dos ACES com os hospitais e se as ULS estão a corresponder às expectativas para as quais foram criadas: melhorar a interligação dos CSP com os cuidados hospitalares, garantir uma rede hospitalar mais coerente, melhorar o acesso dos cidadãos aos cuidados de saúde e obter ganhos em saúde (Entidade Reguladora da Saúde, 2015). Para tal, recorrer-se-á à metodologia DEA e, posteriormente, à estimação de um modelo de regressão linear múltipla.

Resta referir que o presente estudo é inédito e que poderá vir a constituir uma ferramenta útil para as novas reformas que se avizinham no setor da saúde português. Segundo Jacobs et al. (2006), as despesas em saúde têm um peso enorme nos países desenvolvidos, pelo que a análise de eficiência de instituições de saúde (quer integradas ou não) deve constituir uma prioridade para as entidades governamentais.

1.2. Objetivos

Com o presente trabalho de dissertação pretende-se aprofundar o conhecimento sobre a atual eficiência da agregação dos CSP com os cuidados hospitalares, a nível nacional. Assim, comparar-se-á a eficiência técnica entre ULS originais e ULS sintéticas, através da abordagem DEA, com intuito de se alcançar os seguintes objetivos:

- 1) Determinar se as ULS são tecnicamente mais eficientes do que a alternativa de ter ACES organicamente independentes dos hospitais, ou seja, do que as ULS sintéticas;
- 2) Identificar as unidades tecnicamente mais eficientes, de cada tipo de organização, e apontar possíveis razões para tal;
- 3) Verificar se a localização e a lotação das unidades em análise têm influência na sua eficiência técnica.

1.3. Organização da dissertação

Esta dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos, para além da “Introdução” (que corresponde ao **Capítulo 1**). No **Capítulo 2**, intitulado de “Revisão da literatura”, são abordados alguns fundamentos teóricos relacionados com a atual organização das instituições de saúde do Serviço Nacional de Saúde (SNS) e com o conceito de eficiência. Para além disso, é realizado também um breve levantamento de todas as informações que existem sobre a eficiência no setor da saúde, por aplicação do DEA.

Já o **Capítulo 3** descreve toda a metodologia que foi utilizada neste trabalho, desde a recolha de dados até ao tratamento dos mesmos, e tendo por base os fundamentos teóricos do DEA. É nesta secção onde se pode encontrar também as variáveis e a(s) amostra(s) utilizadas no presente trabalho.

No **Capítulo 4** são apresentados, analisados e discutidos todos os resultados obtidos através da metodologia descrita anteriormente. Neste capítulo são também evidenciadas as respostas aos objetivos/questões que foram traçados para o presente trabalho de dissertação.

O documento termina com o **Capítulo 5**, onde são apresentadas as principais conclusões obtidas neste trabalho e onde são sugeridas algumas propostas de trabalho futuro.

CAPÍTULO 2

Revisão da literatura

Na presente secção serão apresentadas algumas das reformas implementadas no setor da saúde português, bem como a atual organização das instituições de saúde do SNS. Será realizado ainda um breve levantamento de todos os estudos que existem (tanto a nível nacional, como a nível internacional) sobre a eficiência no setor da saúde, por aplicação do DEA.

2.1. Reformas no setor da saúde português

No início dos anos 80 do século XX, vários foram os países que começaram a desenvolver e a implementar reformas nos seus respetivos sistemas de saúde, com o intuito de dar resposta às mais diversas questões: a alteração da definição de prestação de cuidados de saúde, mais focada no “bem-estar geral dos utentes” e não tanto no “tratamento da doença”; a pressão económica; o envelhecimento da população; a evolução das tecnologias de informação; os avanços científicos no tratamento da doença; a necessidade de melhorar o nível de qualidade assistencial; a alteração do perfil dos utentes; a reafecção de recursos; a globalização e expansão da economia mundial e a necessidade de responder mais rapidamente a situações de doenças inesperadas (mudança epidemiológica) (Santana & Costa, 2008). Mas é a partir dos anos 90, e por inspiração do conceito de Nova Gestão Pública² (introduzido no Reino Unido), que as reformas na saúde ganham uma outra dimensão: passam a ser um importante elemento para a criação de um ambiente institucional propício à melhoria da eficiência dos prestadores de cuidados de saúde, ao menor custo possível (Escoval, 2003).

No âmbito destas reformas, surge então o conceito de integração de cuidados de saúde, não só por razões meramente económicas (incluindo potenciais economias de

² A *New Public Management* (NPM) “constitui uma abordagem popular da gestão pública nas décadas de 80 e 90 do século XX (...). Procura chegar à desburocratização e descentralização da administração pública através duma estratégia assente em metodologias e modelos que privilegiam o serviço prestado, a atenção ao respetivo destinatário e a generalizada participação na respetiva gestão, focada nos *outcomes* e na eficácia” (Carvalho, 2013).

escala, dominação do mercado, aumento de lucros e ganhos de eficiência), mas também dada a necessidade de evitar descontinuidades na prestação de cuidados de saúde e de reduzir a sua fragmentação, melhorando assim as perspetivas de sobrevivência da população (Thaldorf & Liberman, 2007). Foi precisamente na década de 90, nos Estados Unidos da América (EUA), que este movimento atingiu o seu apogeu e, desde então, tem evoluído ao ponto de atualmente cerca de 92% dos americanos abrangidos por seguradoras pertencerem a sistemas integrados de saúde. Este movimento ganhou também impacto em Portugal, através da constituição de ULS – integração vertical – e de Centros Hospitalares (CH) – integração horizontal (Santana & Costa, 2008).

Nesta sequência, em 1999, surge a primeira Unidade Local de Saúde. A ULS de Matosinhos (*Decreto-Lei n.º 207/99, de 9 de junho*) foi a primeira unidade em Portugal a estabelecer a articulação entre os CSP e os cuidados diferenciados como um “todo”. Desde então, este modelo foi aplicado a mais sete áreas geográficas, através da criação das ULS de Alto Minho, do Nordeste, da Guarda, de Castelo Branco, do Norte Alentejano, do Litoral Alentejano e do Baixo Alentejo.

Já no contexto hospitalar português, as grandes reformas têm início a partir de 2002, com a transformação de 34 hospitais do Setor Público Administrativo (SPA) em 31 hospitais SA – *Lei n.º 27/2002, de 8 de novembro*. Todavia, em 2005, uma nova transformação ocorre: os hospitais SA passam a ser EPE, através do *Decreto-Lei n.º 93/2005, de 7 de junho*, e são criados os CH (por via do *Decreto-Lei n.º 284/99, de 26 de julho*). Na verdade, com a “empresarialização” dos hospitais pretendeu-se melhorar o desempenho global do SNS, através da diminuição dos gastos, da orientação para os resultados e da concessão de prémios consoante a qualidade e os resultados de cada prestador (Campos, 2003).

Os CSP também foram alvo de algumas reformas no início do século XXI. As mais evidentes foram: a criação de uma rede de CSP (*Decreto-Lei n.º 60/2003, de 1 de abril*) – para uma prestação mais eficiente, justa e solidária –, a criação de Unidades de Saúde Familiar (USF) (*Decreto-Lei n.º 298/2007, de 22 de agosto*) – para a obtenção de mais ganhos em saúde – e a criação de ACES (*Decreto-Lei n.º 28/2008, de 22 de fevereiro*) – para garantir a estabilidade na organização dos CSP e, conseqüentemente, garantir uma melhoria na prestação e acesso a estes cuidados.

2.2. Instituições de saúde do SNS

O SNS é constituído por “todas as instituições e serviços sociais prestadores de cuidados de saúde, dependentes do Ministério da Saúde”, que têm como missão garantir o acesso de todos os cidadãos aos cuidados de saúde, nos limites dos recursos humanos, técnicos e financeiros disponíveis. Desta definição decorre que o SNS é parte integrante do Sistema de Saúde e apenas nas áreas/setores dependentes, direta ou indiretamente, do Ministério da Saúde (*Lei n.º 48/90, de 24 de agosto*).

O SNS assume uma especial importância dado ao seu carácter universal. Por essa razão, e com o intuito de melhorar a eficiência e a eficácia do SNS, nos últimos anos, tem-se assistido à implementação de um conjunto vasto de medidas e reformas, nomeadamente ao nível da reorganização estrutural da oferta dos cuidados de saúde portugueses. Neste sentido, torna-se importante colocar a seguinte questão: quais são os modelos de gestão das instituições de saúde do SNS que vigoram atualmente?

Atualmente, e tal como se pode observar na Figura 2.1, o SNS é composto por instituições de cuidados de saúde primários (ACES), cuidados secundários ou hospitalares (CH e hospitais) e cuidados continuados. A par disto, existe ainda as ULS que tem por base a integração dos CSP e cuidados diferenciados numa entidade única (*Decreto-Lei n.º 124/2011 de 29 de dezembro*).

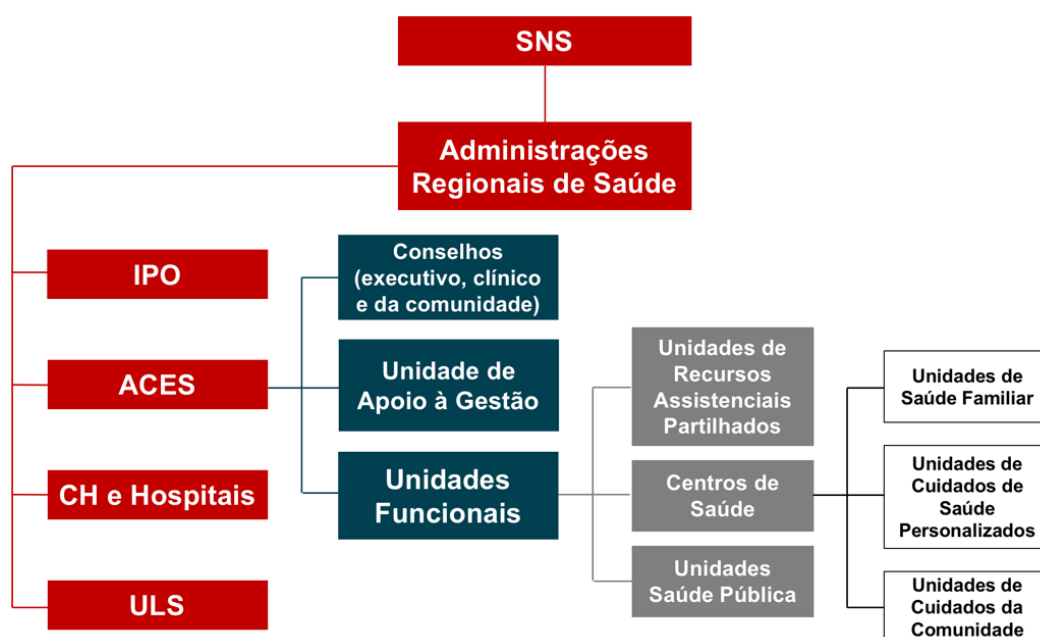


Figura 2.1 – Estrutura simplificada da rede do SNS (*Decreto-Lei n.º 28/2008, de 22 de fevereiro*).

2.2.1. Agrupamentos de centros de saúde

É no âmbito das reformas dos CSP, mais especificamente em 2008, que surgem os ACES. Foram pensados com o intuito de colocar os cidadãos no centro do sistema de saúde e, desta forma, potenciar uma relação de proximidade entre os profissionais de saúde dos CSP e os utentes, melhorar o acesso à saúde e aumentar a eficiência e a equidade dos cuidados prestados.

De acordo o *Decreto-Lei n.º 28/2008, de 22 de fevereiro*, os ACES correspondem a “serviços públicos de saúde com autonomia administrativa, constituídos por várias unidades funcionais, que agrupam um ou mais centros de saúde, e que têm por missão garantir a prestação de CSP à população de determinada área geográfica”. A par disto, os ACES também têm a missão de desenvolver atividades de vigilância epidemiológica, de investigação em saúde e de controlo e avaliação de resultados.

Do ponto de vista estrutural, e de acordo com a Figura 2.1, cada ACES é dirigido por um Diretor Executivo e composto pelos Conselhos Executivo, Clínico e da Comunidade, por uma Unidade de Apoio à Gestão (UAG) e por cinco unidades funcionais: as unidades de recursos assistenciais partilhados (URAP), as unidades funcionais de saúde pública (USP), as unidades de saúde familiar (USF), as unidades de cuidados de saúde personalizados (UCSP) e as unidades de cuidados na comunidade (UCC) (Carriço, 2012).

Ainda em relação às unidades funcionais dos ACES, destaca-se a criação das USF. Tratam-se de unidades elementares de “prestação de cuidados de saúde individuais e familiares, constituídas por uma equipa multiprofissional, com autonomia organizativa, funcional e técnica e integradas em rede com outras unidades funcionais de CSP”, que garantem aos cidadãos inscritos um conjunto básico de serviços de saúde (*Despacho Normativo n.º 9/2006, de 16 de fevereiro*). Na verdade, este tipo de unidades, cujas equipas multiprofissionais são compostas por médicos (de clínica geral), enfermeiros e pessoal administrativo, permite uma relação de maior proximidade com os cidadãos e operam com base na partilha de informação e complementaridade entre profissionais de saúde.

É importante também referir que, atualmente, Portugal tem cerca de 55 ACES e 449 USF, estando distribuídos por região conforme o indicado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Distribuição dos ACES e USF por região e Administração Regional de Saúde (ARS)³

ARS	N.º de ACES	N.º de USF
Norte	21 ACES ULS de Alto Minho (1 ACES) ULS do Nordeste (1 ACES) ULS de Matosinhos (1 ACES)	231 USF
Centro	6 ACES ULS da Guarda (1 ACES) ULS de Castelo Branco (2 ACES)	57 USF
Lisboa e Vale do Tejo	15 ACES	136 USF
Alentejo	1 ACES ULS Norte Alentejano (1 ACES) ULS Litoral Alentejano (1 ACES) ULS Baixo Alentejo (1 ACES)	15 USF
Algarve	3 ACES	10 USF

2.2.2. Hospitais

Os hospitais são considerados “estabelecimentos de saúde dotados de capacidade de internamento, de ambulatório e de meios de diagnóstico e terapêutica, com o objetivo de prestar à população assistência médica curativa e de reabilitação (...)” («Hospital: definição e classificação - Portal da Codificação Clínica e dos GDH», 2010).

No caso particular de Portugal, os hospitais públicos têm sofrido várias reformas, nomeadamente ao nível do seu regime jurídico, de forma a aumentar a eficiência e a eficácia na prestação dos cuidados de saúde (*Lei n.º 27/2002, de 8 de novembro*). Uma das primeiras reformas consistiu na transformação dos hospitais SPA em SA (*Lei n.º 27/2002, de 8 de novembro*), em 2002. No que diz respeito aos hospitais SPA, estes constituíam unidades integradas no setor público administrativo e que se regiam pelas regras de gestão da administração pública (Harfouche, 2008). Já em relação aos hospitais SA, que perduraram até 2005, estes constituíam sociedades anónimas que se regiam pelo plano de contas do Ministério da Saúde, dispunham de limites ao endividamento e podiam funcionar “com regras de gestão distintas das dos hospitais de gestão pública pura” (Barros, 2014).

³ Dados até 31-03-2016, tendo sido recolhidos através das plataformas da ACSS e BIUSF (Gestão do Conhecimento em Saúde/USF).

Em junho de 2005, ocorre a transformação dos hospitais SA em EPE, modelo este que tem permitido “ganhos de eficiência” (Barros, 2014). O modelo EPE, que permanece até aos dias de hoje, assenta no princípio de que os hospitais são geridos de acordo com as regras de gestão empresarial quase privada. Trata-se de um modelo que permite ao hospital dispor de autonomia financeira, embora tutelado pelos Ministérios das Finanças e da Saúde. A par disto, a sua gestão é baseada em contratos-programa desdobrados em orçamentos anuais e estabelecidos entre o hospital e a tutela (representada pela respetiva ARS) (Harfouche, 2008; Varanda, 2004).

No decurso da implementação destas reformas (e tal como referido em 2.1.), foi necessário também reduzir a fragmentação da prestação de cuidados e, por conseguinte, melhorar a interligação entre os diferentes níveis de cuidados de saúde, surgindo assim a integração de cuidados de saúde impulsionada por vários fatores (Figura 2.2). Atualmente, Portugal dispõem de dois tipos de integração: a integração horizontal – que ocorre quando duas ou mais instituições prestadoras do mesmo nível de cuidados de saúde se juntam e formam uma única instituição (exemplo: Centros Hospitalares) – e a integração vertical – agregação numa única entidade de prestação e gestão de serviços de saúde, estando a mesma responsável pelo estado de saúde de uma determinada população (exemplo: Unidades Locais de Saúde) (Campos, 2008; Gröne & Garcia-Barbero, 2001; Santana & Costa, 2008).

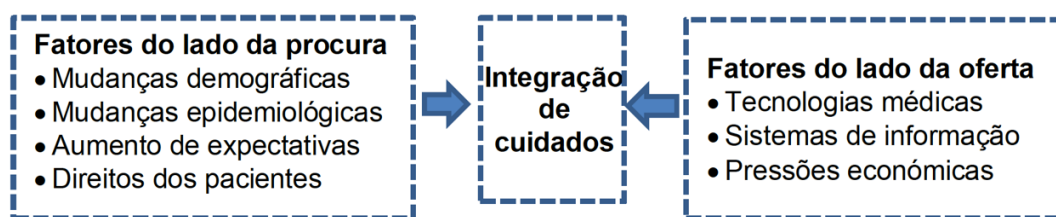


Figura 2.2 – Fatores que impulsionaram a integração de cuidados de saúde (Entidade Reguladora da Saúde, 2015; Gröne & Garcia-Barbero, 2001).

No que diz respeito aos Centros Hospitalares, estes surgiram aquando da passagem para o formato EPE e resultaram da fusão e concentração de várias unidades hospitalares numa única entidade jurídica (Barros, 2014). De acordo com o *Decreto-Lei n.º 284/99, de 26 de julho*, o CH é “(...) uma pessoa coletiva pública, dotada de autonomia administrativa e financeira, património próprio e do esquema de órgãos legalmente estabelecido para os hospitais públicos, que integra vários estabelecimentos hospitalares

destituídos de personalidade jurídica”. Importa referir também que a criação destas matrizes organizacionais deveu-se essencialmente à intenção de aumentar a eficiência no consumo de recursos em saúde e de melhorar o acesso dos doentes a uma instituição com uma maior oferta de cuidados (Campos, 2008). No ANEXO A é possível consultar as atuais unidades hospitalares existentes em Portugal.

Quanto às ULS, que visam garantir também uma prestação integrada de cuidados de saúde, as mesmas serão abordadas no ponto 2.2.3. deste documento.

A par da empresarialização e da integração dos cuidados de saúde (quer por via dos CH, quer através das ULS), as instituições hospitalares também podem reger-se por um regime de parceria público-privada (PPP)⁴. Em Portugal, o modelo de PPP hospitalares tem origem “numa proposta conjunta definida pelos membros de um determinado agrupamento concorrente (o que implica a necessária articulação e complementaridade por parte dos membros envolvidos de forma a garantir o normal funcionamento da unidade hospitalar)” e está a cargo de duas entidades gestoras: a Entidade Gestora do Estabelecimento (EGEST) e a Entidade Gestora do Edifício (EGED) (Rebelo, 2014). No entanto, até a este momento apenas foram celebrados os contratos referentes aos Hospitais de Braga, Cascais, Loures e Vila Franca de Xira, os quais eram extensíveis à construção e à manutenção da infraestrutura, bem como à gestão da respetiva unidade de saúde (Rebelo, 2014; Simões, 2004).

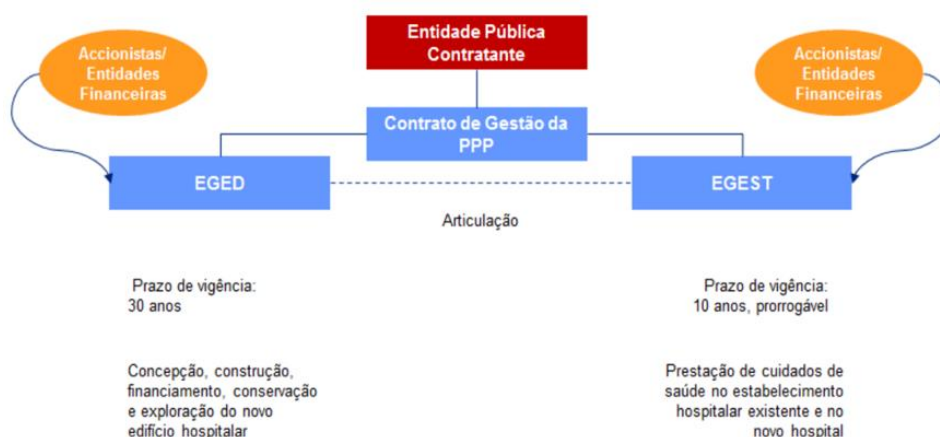


Figura 2.3 – Composição e funcionamento das PPP hospitalares em Portugal: EGED – responsável pela gestão das infraestruturas por um período de 30 anos; EGEST – responsável pela gestão hospitalar, incluindo a exploração da atividade clínica, por um prazo de 10 anos (Rebelo, 2014).

⁴ Uma PPP “resulta, em termos conceptuais, de se olhar para uma atividade global e de a dividir em tarefas, sendo então que parte dessas tarefas são realizadas pelo setor privado e a restante pelo setor público” (Barros, 2014).

De facto, em Portugal, tem-se tentado implementar, nos últimos anos, vários modelos de gestão hospitalar e de integração de cuidados de saúde, com vista a responder às necessidades da população portuguesa e à obtenção de ganhos em saúde. Estas sucessivas reformas e/ou experiências no setor da saúde resultam do facto de não existir, até dada altura, informações sobre o(s) melhor(es) modelo(s) para responder eficientemente às exigências de um sistema de saúde (Entidade Reguladora da Saúde, 2011). No entanto, atualmente, o SNS dispõe dos seguintes modelos: EPE (incluindo CH e ULS) e PPP.

2.2.3. Unidades Locais de Saúde

A ULS corresponde a uma “entidade (única) que se apresenta como responsável pelo estado de saúde de uma determinada população, visando garantir uma prestação integrada de cuidados de saúde, com elevado grau de eficiência, qualidade e satisfação do utente, através da gestão dos vários níveis de prestação de cuidados (designadamente, CSP, cuidados hospitalares e cuidados continuados) e da coordenação em rede de todos os elementos que fazem parte integrante do mesmo” (Entidade Reguladora da Saúde, 2011). Por outras palavras, pode-se afirmar que a génese das ULS está associada à criação de uma via para melhorar a interligação entre centros de saúde, hospitais e outras entidades responsáveis pela saúde regional ou local – integração vertical – e para garantir o bem-estar da respetiva população.

A primeira ULS a surgir foi a de Matosinhos, em 1999, que integrou o Hospital Pedro Hispano e os quatro Centros de Saúde do mesmo concelho (Leça da Palmeira, Matosinhos, São Mamede de Infesta e Senhora da Hora) e cujo objetivo se resumiu a “otimizar a resposta dos serviços através de uma gestão integrada das várias unidades de saúde de uma região” (*Decreto-Lei n.º 207/99, de 9 de junho*). Desde então, surgiram mais sete ULS, as quais estão indicadas nas Figuras 2.4 e 2.5.

Ainda em relação à ULS de Matosinhos, importa referir que esta unidade constituiu um modelo inovador de organização dos diferentes níveis de cuidados (primários, hospitalares e continuados). Este “estabelecimento público dotado de personalidade jurídica, autonomia administrativa, financeira e patrimonial e natureza empresarial (...) teve como principal especificidade o facto de competir a um único órgão, o Conselho de

Administração, a direção e gestão de um hospital e de quatro centros de saúde” (Entidade Reguladora da Saúde, 2011).

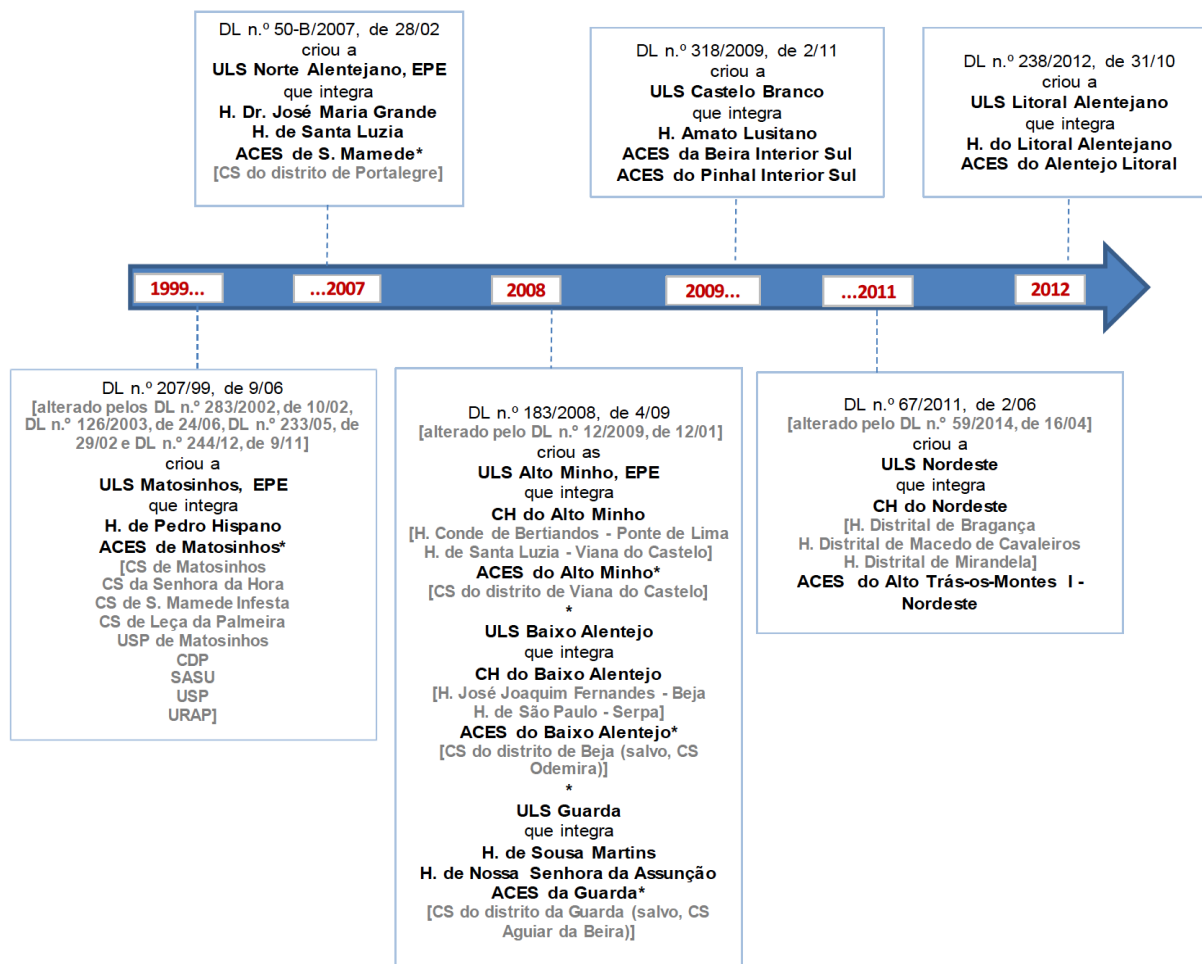


Figura 2.4 – Composição/criação das ULS que compõem a rede hospitalar do SNS. Legenda: H = Hospital; CH = Centros Hospitalares e CS = centros de saúde. *Indica os ACES que não tendo sido criados por Portaria foram formalizados por cada uma das ULS na qual se integram (Entidade Reguladora da Saúde, 2015).

A ULS de Matosinhos revelou-se também como um dos “modelos organizacionais mais adequados à prestação de cuidados de saúde à população, cujos interesses e necessidades importa, em primeiro lugar, salvaguardar” (*Decreto-Lei n.º 318/2009, de 12 de novembro*) e, nesta sequência, surgem as restantes ULS. Assim, Portugal dispõe atualmente de um total de 8 ULS que, na sua maioria, estão localizadas no interior do país (Figura 2.5) e são compostas por um diferente número de prestadores (Figura 2.4).



Figura 2.5 – Distribuição das ULS em Portugal Continental (Entidade Reguladora da Saúde, 2015).

Tal como já foi referido anteriormente, tem havido uma preocupação para melhorar a interligação entre as organizações e os diferentes níveis de cuidados, nos diferentes sistemas de saúde. A criação de organizações verticalmente integradas tem visado não só uma melhoria na qualidade de atendimento, mas também uma maior eficiência e satisfação dos utentes (Evans, Baker, Berta, & Barnsley, 2013).

Num estudo desenvolvido por Evans et al. (2013), que teve por objetivo analisar a evolução dos cuidados de saúde integrados, evidências empíricas sugerem que os sistemas construídos em torno dos CSP demonstram um desempenho superior comparativamente aos sistemas construídos em torno dos hospitais (paradigma hospitalocêntrico). Aliás, Conrad & Shortell (1996) defendem que os hospitais devem ser considerados como “organizações periféricas” dentro do sistema de saúde, enquanto que Burns & Pauly (2002) são da opinião que os hospitais devem ter um papel no sistema, mas isso não significa que seja o papel de liderança na articulação de serviços de saúde.

Ramsay, Fulop, & Edwards (2009) também analisaram o impacto da integração vertical de cuidados de saúde sobre as estruturas organizacionais, a prestação de serviços,

os custos e a experiência do paciente. Os mesmos concluíram que este tipo de integração pode beneficiar as organizações, nomeadamente no estabelecimento de parcerias com os serviços locais. No entanto, estes autores consideraram que a evidência empírica sobre o efeito deste tipo de integração sobre os custos, a experiência dos pacientes e os resultados clínicos ainda continua fraca.

Ainda no decorrer do mesmo ano, e após a revisão de uma panóplia de estudos relevantes sobre a integração de cuidados de saúde na Grécia, Lionis et al. (2009) conseguiu reunir argumentos suficientes para defender a necessidade de existir uma interação/integração entre os prestadores de cuidados de saúde e a assistência social, na medida em que estes modelos permitem melhorar a utilização dos cuidados de saúde, bem como a utilização e alocação de recursos, salvaguardando assim a equidade, a eficiência e a relação custo-eficácia das instituições de saúde.

Outros estudos/relatórios têm evidenciado ganhos associados à integração vertical de cuidados de saúde, mas também algumas dificuldades na implementação deste tipo de processos (Entidade Reguladora da Saúde, 2015; Santana & Costa, 2008; Santana, Costa, Marques, & Lopes, 2009). Na Tabela 2.2 estão enumeradas as principais oportunidades e ameaças associadas à integração vertical.

Tabela 2.2 – Oportunidades e ameaças no processo de integração vertical de cuidados de saúde (adaptado de Entidade Reguladora da Saúde (2015) e Santana & Costa, (2008))

Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> • Rentabilização da capacidade instalada • Poder de mercado • Qualidade assistencial • Focalização no utente • Promoção do bem-estar • Disseminação do risco de negócio • Redução dos custos de transação • Redução dos atos e procedimentos desnecessários • Redução das atividades mais dispendiosas • Economias de escala • Minimização de conflitos através de uma gestão conjunta de vários tipos de cuidados de saúde 	<ul style="list-style-type: none"> • Falha de interpretação do <i>core business</i> • Focalização nos prestadores de maior dimensão/maiores orçamentos, ou seja, nos prestadores dos cuidados de saúde hospitalares • Instituições integradas que concorrem entre si • Desigualdades, em termos de procura de cuidados de saúde, entre instituições integradas

No que diz respeito às oportunidades e/ou potencialidades, a integração vertical dos cuidados de saúde permite a criação de uma estrutura ampliada com maior oferta e poder de intervenção no mercado e, por conseguinte, mais vantagens negociais face aos

parceiros externos (Wan, Lin, & Ma, 2002). Este tipo de integração garante também uma boa coordenação entre os diferentes serviços de saúde, permitindo assim uma maior coordenação, uma melhor comunicação entre prestadores e prestador-utente, um maior acesso à informação e mais protocolos e *guidelines standard* de atuação técnica. Desta forma, consegue-se reduzir a variação clínica, evitar possíveis erros médicos e aumentar a qualidade assistencial (Coddington, Moore, & Fischer, 1996; Stille, Jerant, Bell, Meltzer, & Elmore, 2005)

A focalização no utente passa também a ser privilegiada com a integração vertical. Os cuidados de saúde passam a ser centrados nas especificidades/características e nas doenças dos utentes e não tanto nas necessidades dos prestadores (Ackerman, 1992). A par disto, esta integração potencia o foco das instituições de saúde na manutenção do bem-estar geral da população, em vez de no tratamento da doença (como acontece nos atuais sistemas de saúde), com vista a melhorar o estado de saúde global do indivíduo (Byrne & Ashton, 1999). Ou seja, passa a ser prioritário a implementação de medidas de promoção da saúde e prevenção da doença.

Santana & Costa (2008) também identificaram a disseminação do risco de negócio como uma vantagem da integração vertical, que se traduz na sustentação de uma linha não eficiente através de outras mais eficientes. A redução dos custos de transação também é apontada pelo mesmo autor como uma mais-valia da integração de cuidados, dada à redução do esforço despendido na comunicação externa e à supressão de algumas etapas envolvidas nas transferências entre os diferentes níveis de cuidados.

A integração vertical tem também a vantagem de permitir a realização de atividades (como a planificação e a programação de serviços a partir dos registos históricos) que evitam a repetição de atos e procedimentos, algo que é bastante comum nos sistemas de prestação não integrados (Ackerman, 1992; Clement, 1988). Permite ainda a redução das atividades mais dispendiosas, pois com o aumento das medidas de promoção e prevenção de saúde ou da utilização de cuidados ambulatoriais, é possível optar por serviços menos dispendiosos para o tratamento de doentes agudos (Conrad & Dowling, 1990).

As economias de escala e a minimização de conflitos também são apontadas como vantagens da integração vertical por Santana et al. (2009). Dado que este tipo de integração permite a coordenação de vários níveis de cuidados, isto leva à criação de economias de escala que visam melhorar a eficiência económica através da redução de

custos (por unidade de produção) e por rentabilização das tecnologias instaladas. A gestão conjunta de várias dimensões das instituições permite também a redução de divergências estratégicas, de competição por recursos comuns e de perdas de qualidade assistencial. Aliás, após uma análise de eficiência técnica realizada a vários hospitais da Flórida (EUA), K.-H. Lee, Yang, & Choi (2009) mostraram que as economias de escalas associadas aos hospitais sem fins lucrativos dessa região melhoravam a eficiência técnica da produção hospitalar.

Já em termos de ameaças desta integração, as mesmas advêm essencialmente da resistência criada pelas diferentes culturas organizacionais das unidades que compõem a nova organização. Aqui, inclui-se a não compreensão de que os CSP passam a ser a prioridade; o facto dos hospitais continuarem a ser vistos como uma “cash cow” (Young & Barrett, 1997); o facto dos esforços estratégicos estarem concentrados nas unidades que têm um maior orçamento e geram um maior lucro financeiro (ou seja, nos hospitais) – paradigma hospitalocêntrico –; o facto das unidades (geograficamente próximas) estarem habituadas a competir entre si por recursos humanos, técnicos e orçamentais (antes da integração); e a desigualdade entre instituições, nomeadamente em termos de dimensões estruturais, associada também ao facto de nenhuma das unidades querer perder o controlo dos processos de gestão e produção, ou seja, a sua autonomia (Santana & Costa, 2008; Santana et al., 2009).

Apesar de já existir alguns estudos sobre as ULS em Portugal, os mesmos ainda são muito escassos (tal como será explicitado no ponto 2.5.2.). No entanto, sabe-se (pela experiência de aplicação de modelos de integração e coordenação em outros países) que as principais dificuldades de implementação deste modelo estão associadas sobretudo: (i) à insuficiência de informação clínica, de gestão e qualidade; (ii) à insuficiência na capacidade dos serviços ambulatoriais; (iii) ao desequilíbrio entre o modelo de financiamento e os objetivos do sistema de saúde e (iv) às barreiras administrativas e de regulação à coordenação (Hofmarcher, Oxley, & Rusticelli, 2007). É precisamente neste contexto, em que se insere o trabalho descrito nesta dissertação. Pretende-se verificar se as ULS são mais eficientes do que a alternativa “ACES + CH”.

2.3. Eficiência: conceito e medição

2.3.1. Eficiência vs. eficácia

A eficiência e a eficácia constituem dois conceitos que estão intimamente relacionados entre si e com o desempenho, tal como ilustrado na Figura 2.6. Por essa razão, a avaliação do desempenho de organizações pode ser obtida a partir da quantificação da eficiência e da eficácia das medidas tomadas. Contudo, ambos os conceitos são frequentemente confundidos (Oliveira & Ferreira, 2014; Ozcan, 2008).

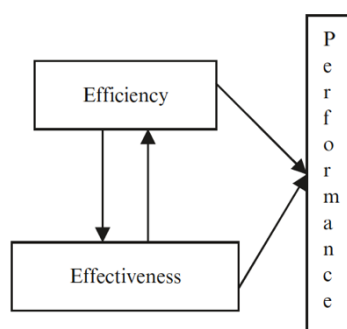


Figura 2.6 – Componentes do desempenho (Ozcan, 2008).

A eficiência refere-se à maximização da relação entre os *inputs* (os recursos que são utilizados) e os *outputs* (os resultados obtidos), permitindo assim comparar o que foi produzido, com o que poderia ter sido produzido com os mesmos recursos disponíveis. Por esta ordem de ideias, pode-se afirmar que uma unidade eficiente é aquela que produz um determinado nível de resultados com qualidade, utilizando para tal uma combinação mínima de recursos. Por outro lado, a eficácia avalia apenas o que é produzido, em termos de qualidade e daquilo que é esperado, ou seja, permite aferir se os consumos necessários estão a ser utilizados de forma a produzir os resultados esperados. Na verdade, trata-se de um conceito que pode ser afetado pela eficiência ou pode influenciar a eficiência ou, até mesmo, gerar impacto sobre o desempenho das unidades em análise. Por exemplo, um hospital pode ser eficiente e não eficaz ou pode ser eficaz e não eficiente. No entanto, o objetivo é ser ambos (Ozcan, 2008).

Ainda sobre a eficiência, Harfouche (2010) defende a existência de pelo menos três níveis de eficiência: a eficiência técnica (que é o conceito mais comum), a eficiência alocativa (ou de afetação) e a eficiência económica.

De acordo com Farrell (1957), a eficiência técnica é atingida quando uma unidade produz o máximo possível de *outputs* face a um conjunto de *inputs* (ou seja, recursos ou

fatores de produção). A sua função de produção é determinada a partir de observações (recursos/produtos) de um determinado grupo de unidades de decisão independentes (em inglês *Decision Making Units* ou DMUs) e representada por uma isoquanta, em que cada observação corresponde a um único ponto. Na verdade, a isoquanta (ou a fronteira de produção eficiente) define o conjunto de todas as combinações de *inputs* que têm subjacente um mesmo nível de *output*, pelo que uma unidade é eficiente quando esta se situa sobre a fronteira produtiva da indústria e/ou sector (Fried, Lovell, & Schmidt, 2008).

Por sua vez, a eficiência alocativa reflete a capacidade de uma empresa utilizar os seus *inputs* em proporções ótimas, dado o nível dos seus preços. A noção dos gastos/custos é tida em conta neste tipo de eficiência, pelo que uma unidade terá eficiência alocativa se, para um determinado nível de produção definido e dados os preços dos fatores produtivos, tiver um gasto mínimo (Harfouche, 2010). Neste caso concreto, as combinações dos fatores produtivos a que está associado o mesmo nível de custos para uma empresa é representada por uma reta de isocustos.

Já no que diz respeito à eficiência económica, esta é atingida quando, em condições de eficiência técnica, o benefício resultante da produção de mais uma unidade (benefício marginal) for igual ao custo de produção dessa unidade adicional (custo marginal), sendo a diferença entre o benefício marginal e o custo marginal positiva para níveis de produção inferiores. Na verdade, a eficiência económica define a escala ótima de uma empresa (Alves, 2012).

No entanto, neste trabalho, apenas abordar-se-á a eficiência técnica por ser a mais adequada a este tipo de estudo. De acordo com Gonçalves (2008), a eficiência técnica das instituições de saúde “pode ser vista como a relação física existente entre os recursos utilizados no hospital (nomeadamente, capital, trabalho e consumíveis) e os *outputs* de saúde”, podendo estes últimos serem definidos “em termos de *outputs* intermédios (número de pacientes atendidos, pacientes por dia, tempo de espera, entre outros) ou finais (menores taxas de mortalidade, mais longas esperanças média de vida, entre outros)”.

Para além disso, na saúde, a análise da eficiência alocativa implicaria considerar a substituíbilidade de fatores (como por exemplo, atos clínicos que permitam substituir médicos por enfermeiros, meios complementares de diagnóstico e terapêutica – MCDT – e análises clínicas por outros meios menos complexos, medicamentos de marca por genéricos, internamentos por ambulatorios, urgências por consultas hospitalares ou por

CSP), o que não é fácil. A medição da substituíbilidade de fatores na saúde, e em particular em instituições integradas de saúde, constitui uma tarefa complicada. Para além disso, a dificuldade em analisar a relação entre os ganhos de saúde e a prestação de serviços de saúde também permitiram excluir a análise da eficiência económica.

2.3.2. Medição da eficiência: métodos paramétricos e não-paramétricos

Relativamente à medição da eficiência, vários são os métodos que têm sido sugeridos: paramétricos e não-paramétricos (Ozcan, 2008). Os métodos paramétricos são aqueles que admitem uma relação funcional (definida *apriori*) entre *inputs* e *outputs* e que possibilitam a medição do erro. Estes métodos exigem também o pré-conhecimento da função de produção associada ao comportamento admitido (Marques & Silva, 2006). Por outro lado, os métodos não-paramétricos não supõem nenhuma relação funcional e/ou restrição, fazendo com que o erro de especificação seja mínimo. Estes consideram também “que o máximo que poderia ter sido produzido é obtido por meio da observação das unidades mais produtivas” (Mello, Meza, Gomes, & Neto, 2005).

Entre os métodos paramétricos mais utilizados, destacam-se a *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) e os métodos de regressão (como por exemplo o método OLS, que é bastante utilizado na “*second-stage* DEA”, tal como será explicitado no ponto 2.4.2.). Já na gama dos métodos não-paramétricos, a abordagem DEA é a mais utilizada. De acordo com Kooreman (1994), a diferença entre os métodos SFA e DEA reside no tipo de informação usada em cada um deles. Enquanto que na SFA considera-se o preço dos *inputs*, a quantidade dos *outputs* e os custos totais (estando a medida de eficiência compreendida entre a eficiência técnica e a eficiência económica), na abordagem DEA, apenas são utilizadas as quantidades de *inputs* e *outputs* (estando a medida de eficiência direcionada principalmente para a eficiência técnica).

Há que referir também que estes métodos podem ser classificados em métodos fronteira e métodos não fronteira, tal como é ilustrado na Figura 2.7. Na verdade, as abordagens SFA e DEA assumem-se como métodos de fronteira, enquanto que o método OLS é uma técnica não fronteira, sustentada pelo ajustamento médio (Jacobs, 2001).

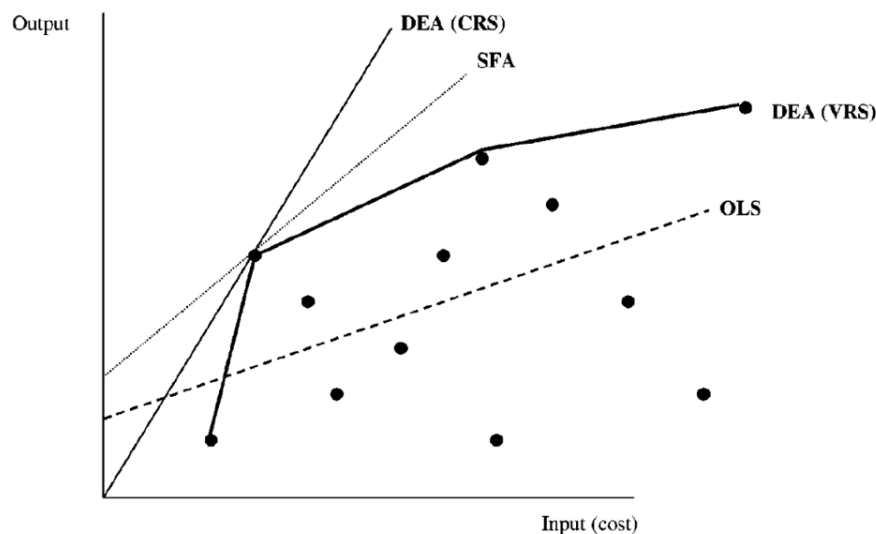


Figura 2.7 – Fronteiras de OLS, DEA e SFA para um único *input* e um único *output* (Jacobs, 2001).

É evidente e consensual a superioridade dos métodos fronteira face aos métodos não fronteira. O mesmo já não é verificado dentro dos métodos fronteira, nomeadamente em relação aos métodos não-paramétricos e paramétricos (ou vice-versa). No entanto, a abordagem DEA assume-se como umas das técnicas mais utilizadas (incluindo no setor da saúde) na medição dos níveis de eficiência de unidades produtivas, atendendo que tem a vantagem de permitir a identificação de um conjunto de unidades eficientes por via da combinação de *inputs* com *outputs*, de abranger múltiplos *inputs* e *outputs*, de não associar uma relação funcional à fronteira e de garantir “a natureza conservativa das avaliações e a decomposição da natureza da eficiência em várias componentes” (Almeida & Figue, 2011; Hollingsworth, 2003, 2008; Marques & Silva, 2006). Por todas estas razões, a técnica DEA foi a metodologia selecionada para este trabalho de dissertação, seguida da aplicação do método OLS. Estes conceitos e estas evidências serão desenvolvidos com maior detalhe nos pontos 2.4. e 2.5. deste documento.

2.4. A técnica *Data Envelopment Analysis*

A metodologia DEA é uma técnica de programação linear não-paramétrica e multifatorial (Moreira, 2008). É caracterizada como não-paramétrica porque permite modelar as fronteiras de produção como segmentos lineares, sem avaliação estatística de erros associados a uma medição da realidade (Fried et al., 2008). E é multifatorial porque

permite analisar unidades que apresentem múltiplos *inputs* e *outputs* (Oliveira & Ferreira, 2014).

Assim sendo, o DEA permite analisar combinações ótimas entre *inputs* e *outputs*, através do desempenho observado para as DMUs (Carrasqueira, Teotónio, Carrasco, & Rebelo, 2010). Com estas combinações é possível a construção de uma fronteira, permitindo assim a medição da eficiência relativa de cada DMU, com base na comparação entre esta unidade e uma ou várias unidades de referência, com o melhor desempenho observado (Oliveira & Ferreira, 2014).

2.4.1. Modelos de DEA

A abordagem DEA pode ser subdividida com base no tipo de rendimentos à escala (Figura 2.7) e no tipo de orientação a conferir à investigação (Figura 2.8). No que diz respeito às propriedades de escala, existem essencialmente duas abordagens base: o modelo de rendimentos constantes à escala – *Constant Returns to Scale* (CRS) –, que foi criado por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e foi o primeiro modelo de DEA a surgir, e o modelo de rendimentos variáveis à escala – *Variable Returns to Scale* (VRS) –, desenvolvido por Banker, Charnes & Cooper (1984). Já em relação à orientação, os modelos podem ser orientados para os *inputs* ou para os *outputs* (Ji & Lee, 2010). Independentemente disso, a escolha do modelo a adotar deve depender sempre da perspetiva do utilizador e do objeto de estudo ou do setor em análise.

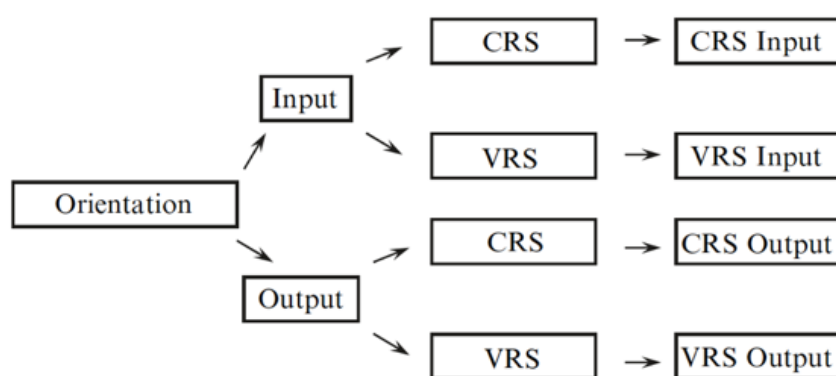


Figura 2.8 – Classificação dos modelos de DEA (Ozcan, 2008).

No modelo CRS (também denominado de CCR), qualquer variação nos *inputs* gera uma variação proporcional nos *outputs*, ou seja, tem por base rendimentos de escala

contantes. Permite uma avaliação da eficiência global, através da identificação das fontes de ineficiência e da estimativa dos montantes dessas ineficiências, originando uma medida de produtividade global – o indicador de eficiência produtiva (Carrasqueira et al., 2010). Já no modelo VRS (designado também de BCC), cada uma das unidades é avaliada por comparação a unidades de dimensão mais semelhantes à sua, gerando uma fronteira que restringe mais o conjunto de possibilidades produtivas. Daqui resulta um valor referente à medição da eficiência técnica (Oliveira & Ferreira, 2014).

Por outro lado, os modelos orientados para os *inputs* são utilizados quando se pretender minimizar os *inputs* excessivos para melhorar a eficiência (por exemplo, quando os gestores das unidades têm um maior controlo nos *inputs*). Já nos modelos orientados para os *outputs*, pretende-se a maximização dos *outputs* para melhorar a eficiência, tendo em conta os *inputs* já existentes (por exemplo, quando os gestores das unidades têm um maior controlo sob os *outputs*) (Ji & Lee, 2010).

No entanto, o aparecimento destas novas abordagens deve-se essencialmente à rápida evolução do DEA nos últimos anos, onde constantes desenvolvimentos teóricos têm sido reportados e novas aplicações têm sido associadas a esta técnica (Cook & Seiford, 2009). Existem outras variantes dos modelos de DEA (e, provavelmente, mais específicas), para além das já referidas. Na verdade, optou-se por fazer referência apenas aos principais modelos da metodologia DEA, atendendo que neste trabalho recorrer-se-á a um *software* específico de DEA, dotado de todas as especificações da respetiva técnica.

No caso do setor de saúde, é evidente o aumento de estudos de eficiência através do DEA (Hollingsworth, 2003). Este tópico será alvo de análise detalhada no ponto 2.5. deste documento.

2.4.2. “Second-stage DEA”

Tal como já foi referido anteriormente, o DEA é uma técnica habitualmente usada para medir a eficiência de DMUs, através da determinação de *scores* de eficiência (tipicamente definidos no intervalo]0, 1]) para cada uma dessas unidades – “*first-stage* DEA” ou simplesmente DEA. No entanto, muitos investigadores optam por subsequentemente estimar um modelo de regressão a partir desses *scores*, com o intuito de analisar o efeito dos fatores exógenos (por exemplo, o ambiente, o contexto ou variáveis não-discrecionárias) sobre a eficiência das DMUs. Na literatura, esta última

etapa é comumente designada por “*second-stage* DEA” e tem tido uma grande popularidade nos últimos anos. Já o método que inclui estes dois passos (“*first-stage*” e “*second-stage*”) é designado de “*two-stage* DEA” (Kontodimopoulos et al., 2007; McDonald, 2009; Ramalho, Ramalho, & Henriques, 2010; Yang, 2006).

Dado que a escolha do método de regressão para a “*second-stage* DEA” não é um problema econométrico trivial, vários são os autores que têm reportado e/ou desenvolvido várias metodologias para a aplicação da “*second-stage* DEA”, tais como Coelli, Rao, O'Donnell, & Battese (2005), Rajiv D. Banker & Natarajan (2007) e Simar & Wilson (2007, 2011).

No entanto, num dos estudos desenvolvidos por Hoff (2007), este autor concluiu que os métodos de regressão *tobit* ou OLS são suficientes para a “*second-stage* DEA” e que o método OLS chega a ser tão bom como os outros já existentes. McDonald (2009) também apresentou conclusões positivas para o método OLS: permite uma estimação consistente e imparcial e, se a heteroscedasticidade é permitida, os testes de hipóteses podem ser válidos. Aliás, uma análise cuidadosa do OLS é frequentemente suficiente e assintoticamente mais eficiente e acaba por ser umas das vias mais fáceis para muitos investigadores.

Em 2011, Simar & Wilson (2011) também consideraram o método OLS como apropriado e robusto para as regressões a realizar na “*second-stage* DEA”. De uma forma geral, este método permite facilmente determinar a relação entre a variável dependente e as variáveis independentes, tal como é pretendido neste estudo (Wooldridge, 2015).

2.5. O DEA no setor da saúde: medição da eficiência

Nem sempre é expectável que as instituições de saúde sejam eficientes (Hollingsworth, Dawson, & Maniadakis, 1999). Contrariamente a outro tipo de empresas, em que a eficiência se traduz na maximização do lucro, a maioria das instituições de saúde não assume comportamentos de otimização devido, em grande parte, à incerteza inerente à falta de informação sobre os preços e os custos (Evans, 1971).

No entanto, desde o início dos anos 80, as análises de eficiência têm sido aplicadas também às instituições de saúde, com vista a analisar o desempenho produtivo destas últimas. Por essa razão, nos últimos anos, tem-se assistido a um aumento significativo do

número de estudos que visam medir a eficiência de unidades de saúde, tal como é possível observar na Figura 2.9 (Hollingsworth, 2008).

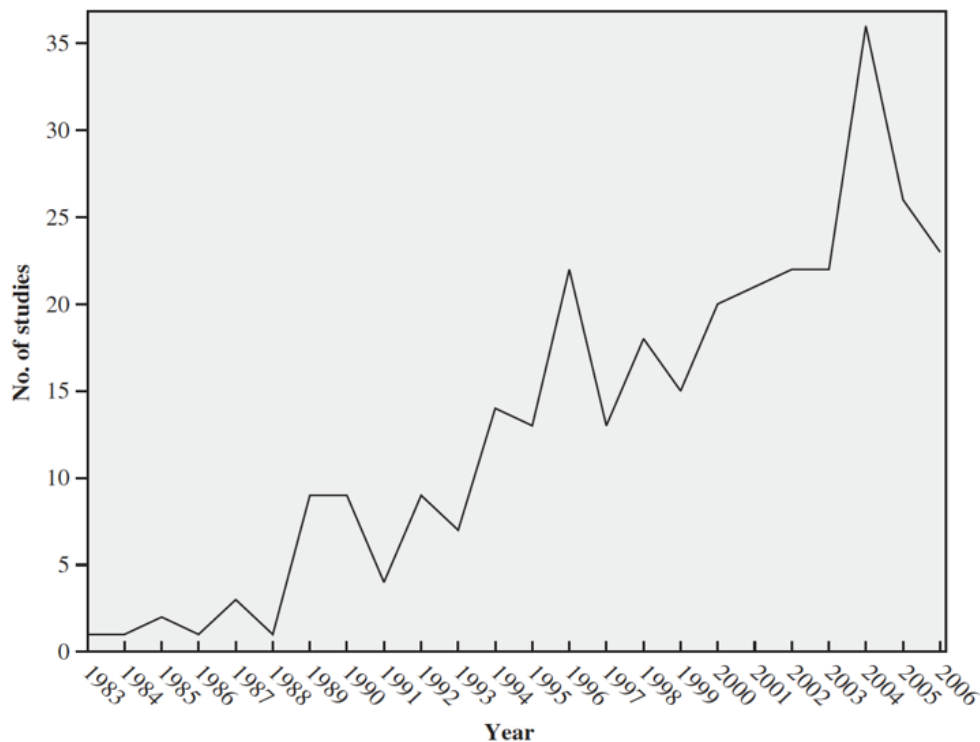


Figura 2.9 – Número de estudos de eficiência na saúde, entre 1983 e 2006 (Hollingsworth, 2008).

A abordagem DEA é a que tem reunido uma maior preferência entre os investigadores, tal como tem sido referido neste documento. Na verdade, de entre todos os estudos de eficiência na saúde, reportados entre 1983 e 2006, 48% usaram apenas a metodologia DEA e 19% utilizaram o DEA como uma forma de regressão secundária (ver Figura 2.10 (a)). Já em termos de aplicações, 52% dos estudos analisaram a eficiência de unidades hospitalares, enquanto que os CSP foram avaliados em apenas 8% desses estudos (ver Figura 2.10 (b)). Aliás, em 1999, esta preferência pelo estudo da eficiência hospitalar já tinha sido demonstrada por Hollingsworth et al. (1999), através da análise de 91 de estudos de DEA no âmbito do setor da saúde. Desses 91 estudos, apenas 5 tinham como objeto de estudo os CSP, enquanto que os restantes se focavam em unidades hospitalares.

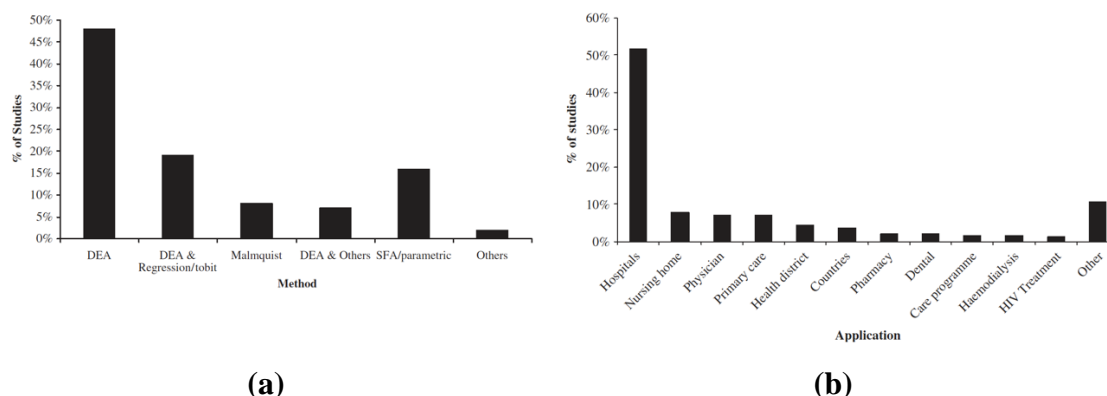


Figura 2.10 – Percentagem de estudos de eficiência na saúde, entre 1983 e 2006: (a) em função do método utilizado e (b) em termos de aplicação (Hollingsworth, 2008).

2.5.1. Eficiência nos cuidados primários

Na área da eficiência dos CSP, o número de estudos não é tão extenso como nos cuidados hospitalares. Até 2003, Hollingsworth (2003) conseguiu identificar 9 estudos de aplicação do DEA aos CSP. Amado & Santos (2009) conseguiu identificar mais 8 estudos no âmbito desta temática. Mas, mais recentemente, têm surgido estudos portugueses sobre a eficiência dos ACES por aplicação do DEA (Carriço, 2012; Teixeira, 2015).

O primeiro estudo que é referido por Hollingsworth (2003) é o de Sexton et al. (1989). Aqui, o DEA foi aplicado a *Veterans Administration Medical Centres* (VAMCs) com o intuito de avaliar a eficiência relativa dos mesmos. Esta análise mostrou que um terço dos centros em todo o país eram ineficientes e que a eliminação dessas ineficiências iria permitir a poupança de 300 milhões de dólares por ano.

Em Espanha, Pina & Torres (1992) também estudaram a eficiência de um grande número de centros de saúde, através do DEA. A avaliação global permitiu fornecer informações sobre as características e as vantagens dos centros mais eficientes.

No ano seguinte, em 1993, Szczepura et al. (1993) utilizaram a metodologia DEA para medir a eficiência de 52 consultórios de CSP em três distritos de saúde de Warwickshire (Inglaterra). Os resultados do DEA mostraram que cerca de 60% desses consultórios tinham uma eficiência inferior a 100% e que 25% deles podiam produzir mais resultados com menos recursos.

Ainda na Inglaterra, Thanassoulis et al. (1995) também usaram o DEA para analisar o desempenho de unidades de assistência pré-natal. Nesta investigação, foi proposto um conjunto de *inputs* e *outputs* para a análise de eficiência deste tipo de centros, em que os *outputs* se resumiram basicamente aos níveis de atividade e às medidas de qualidade.

No mesmo ano, Tyler et al. (1995) avaliaram a eficiência técnica na prestação de serviços por parte de 39 Centros Comunitários de Saúde Mental, localizados no estado de Virgínia, nos EUA. Para tal, recorreram ao DEA, o qual mostrou que apenas 6 centros tinham uma prestação de serviços eficiente. Neste estudo, concluiu-se também que os centros com serviços de internamento tinham uma menor eficiência técnica do que os que não tinham internamento.

Já na Finlândia, Luoma et al. (1996) analisaram a eficiência produtiva de centros de saúde através do DEA e de métodos econométricos. Os resultados mostraram que uma elevada proporção de médicos face a um baixo número de outros colaboradores (como os administrativos, os de manutenção e os de apoio) promove uma maior eficiência.

Em 2000, surge um outro estudo de DEA no âmbito dos CSP e pela mão de Draper et al. (2000). Nesta investigação, analisou-se a eficiência de *Health Management Organizations* (HMOs), tendo por base uma amostra de 249 planos de saúde que operavam nos EUA, em 1995. Para além disso, analisou-se também as várias características estruturais e operacionais dos planos de saúde e o seu impacto na eficiência destas organizações. Os resultados do DEA mostraram que o Estatuto de Qualificação Federal e a participação em programas da *Medicare* tinham uma grande influência sobre a eficiência das instituições em análise.

Logo no ano seguinte, é reportado um outro estudo sobre as HMOs. Rollins et al. (2001) optaram por analisar a eficiência de HMOs longitudinalmente, utilizando para tal o método DEA, e por comparar os vários tipos de planos de saúde (num total de 36) e a sua eficiência. Os resultados deste estudo mostraram que as HMOs tendem a melhorar a eficiência ao longo do tempo e que variáveis como o tipo de HMO, o lucro e a elegibilidade federal são significativas na eficiência destas organizações.

Ainda em 2001, foi reportado um outro estudo por parte de Giuffrida & Gravelle (2001). Aqui, recorreram a um conjunto de indicadores dos CSP com o intuito de comparar os diferentes métodos de medição de desempenho de *English Family Health Services Authorities* (FHSAs). Os métodos de regressão e o DEA foram alguns dos métodos analisados.

Uma outra investigação no âmbito da eficiência dos CSP foi também reportada na Grécia. Zavras et al. (2002) avaliaram a eficiência relativa de 133 unidades básicas de saúde do Instituto de Segurança Social grego (*Institut d'Assurances Sociales* ou IKA). Os

resultados deste estudo mostraram que os centros com infraestruturas destinadas à realização de exames radiológicos apresentaram níveis de eficiência elevados. Em todo o caso, estes autores sugeriram a introdução de novas reformas no setor da saúde grego.

Em 2004, surge um outro estudo de análise de eficiência de práticas médicas, tendo por base a comparação de serviços prestados por grupos multidisciplinares e por grupos com uma única especialidade. Através da aplicação da técnica DEA, Rosenman & Friesner (2004) concluíram que a ineficiência era maior nos serviços prestados por grupos de uma única especialidade e que essa ineficiência devia-se essencialmente a razões técnicas e não necessariamente económicas.

Kontodimopoulos et al. (2007) também teve a oportunidade de estudar a eficiência ao nível do CSP da Grécia. Este autor acabou por identificar diferentes níveis de eficiência de unidades de prestação de CSP entre as regiões urbanas/semi-urbanas e as regiões remotas/ilhas do mesmo país.

Já no que diz respeito a Portugal, Amado & Santos (2009) avaliaram o desempenho de centros de saúde com dados de 2004 e 2005. Para além disso, compararam também a equidade geográfica no acesso aos CSP, a eficiência técnica e a qualidade dos serviços em termos distritais. Os resultados mostraram que não há grandes variações entre os distritos, no que toca aos fatores estudados, e que uma melhor utilização dos recursos poderá levar à prestação de mais e melhores serviços de saúde. Após a reforma dos CSP em Portugal, vários investigadores procederam também à análise da eficiência de ACES. Os resultados mostraram que os *scores* de eficiência das unidades que compõem o ACES de Lisboa e Vale do Tejo subiram ligeiramente entre 2009 e 2010 (Carriço, 2012), e que as USFs mais eficientes do ACES Aveiro Norte foram precisamente aquelas que serviram a população ao menor custo e que, simultaneamente, prestaram maior quantidade de serviços (Teixeira, 2015).

2.5.2. Eficiência nos cuidados hospitalares

Como já referido, no setor da saúde, os hospitais têm sido os alvos preferenciais dos estudos de eficiência com base no DEA, tanto a nível internacional como nacional (Hollingsworth, 2008).

Um dos primeiros estudos que definiu a fronteira de eficiência técnica dos hospitais foi o de Nunamaker (1983). Aqui, o autor recorreu à abordagem DEA para determinar a

eficiência dos serviços de enfermagem de vários hospitais de Wisconsin (EUA), nomeadamente entre 1978 e 1979. No final, o autor não conseguiu encontrar nenhuma evidência significativa de que a eficiência dos serviços em questão foi maior num ano do que no outro.

Ainda nos EUA, outros estudos de eficiência hospitalar (através do DEA) foram surgindo. Por exemplo, nos anos 90, Ozcan (1995) estudou a eficiência técnica hospitalar em 319 áreas metropolitanas americanas e concluiu que, pelo menos, 3% dos custos dos cuidados de saúde no PIB americano eram consequência das ineficiências criadas pelo excessivo número de prestadores. Por sua vez, Wang et al. (1999) avaliou a eficiência de 6010 hospitais, localizados em cerca de 314 áreas metropolitanas dos EUA, e mostrou que os hospitais de maior dimensão apresentavam maiores níveis de ineficiência.

Na Itália, Barbeta, Turati, & Zago (2001) publicaram também um estudo onde analisaram a eficiência técnica de hospitais nacionais, entre 1995 e 1998. Nesse estudo, os autores optaram por aplicar abordagens paramétricas e não-paramétricas, o que incluiu a metodologia DEA. Para tal, selecionaram os seguintes *inputs*: o número de médicos e dentistas, o número de enfermeiros, o número de outro pessoal com habilitações superiores, o número de pessoal com tarefas de formação, o número de fisioterapeutas, a lotação e o número de camas disponíveis por dia. Já como *outputs*, optaram pelo número de doentes saídos, o número de dias de internamento, o número de atendimentos na urgência e o número de sessões de hospital de dia. Os resultados obtidos nesta investigação permitiram concluir que os hospitais públicos são mais eficientes do que as unidades sem fins lucrativos, mas apenas quando o número de pacientes que receberam alta é considerado como um dos *outputs*.

Mais tarde, na Califórnia, Mobley & Magnussen (2002) determinaram o impacto dos planos de saúde e a qualidade dos hospitais sobre a eficiência dos profissionais de saúde. Para tal, recorreram ao DEA e incluíram os cuidados auxiliares como *inputs* e *outputs*. Os resultados desta investigação mostraram que a quota e a concentração do mercado hospitalar constituíam as principais causas do excesso de pessoal (em unidades hospitalares californianas) e que a má qualidade estava associada à ineficiência dos profissionais de saúde.

No mesmo ano, K Lee & Wan (2002) também conseguiram mostrar que os hospitais com estruturas clinicamente integradas podem usar os recursos escassos de uma

forma mais eficiente e, simultaneamente, melhorar o atendimento ao paciente. A par disso, identificaram também uma relação positiva entre a integração clínica estrutural e a eficiência-custo do processo produtivo de cuidados de saúde. Um ano depois, estes autores recorreram ao DEA para estudar a relação entre os sistemas integrados de informação e a eficiência de 349 hospitais urbanos, entre 1997 e 1998 (K. Lee & Wan, 2003). Com este estudo, os autores conseguiram mostrar que a eficiência dos hospitais aumentou entre 1997 e 1998 e que os sistemas integrados de informação influenciaram significativamente a eficiência técnica destas unidades de saúde, embora os benefícios associados à implementação destes sistemas não tenham sido imediatos. Foi mostrado ainda que o aumento da eficiência podia estar associado ao aumento da competição no mercado local, prevendo que os hospitais necessitam de ser mais eficientes para sobreviver.

Harrison et al. (2004) também avaliaram a eficiência técnica de 280 e 245 hospitais federais dos EUA em 1998 e 2001, respetivamente, e através do DEA orientado aos *inputs*. Os resultados deste estudo mostraram que a eficiência destes hospitais melhorou de 68% (em 1998) para 79% (em 2001), tendo ocorrido também poupanças anuais de 2 bilhões de dólares na sequência de uma gestão mais eficiente de recursos.

Já na Irlanda, Gannon (2005) estudou a eficiência técnica de vários hospitais irlandeses (por aplicação do DEA e da SFA). Este autor conseguiu demonstrar que o aumento do número de camas tem um efeito significativo sobre a produtividade e a eficiência dos hospitais gerais e regionais.

Os hospitais do estado de Virgínia dos EUA também foram alvo de análise de eficiência pelo DEA. Nayar & Ozcan (2008) analisaram a eficiência técnica destas unidades e a sua relação com as medidas de qualidade institucionalizadas. Os resultados mostraram que apesar de alguns hospitais apresentarem uma ineficiência técnica, apresentavam um bom desempenho sob o ponto de vista da qualidade.

K.-H. Lee et al. (2009) também estudaram a eficiência de hospitais da Flórida. Estes autores mostraram que os hospitais com fins lucrativos dessa região, com menos de 250 camas e com mais de 400 camas, podem aumentar as economias de escala e os seus *scores* de eficiência técnica, através da criação de alianças estratégicas com outros hospitais e/ou unidades de saúde (por integração horizontal ou vertical). Além disso, estes investigadores também concluíram que não houve diferenças estaticamente significativas

no DEA realizado entre os hospitais com e sem fins lucrativos, em particular para as unidades com um número de camas compreendido entre 250 e 399.

Para além dos EUA e da Itália, a técnica de DEA tem sido usada também para analisar a eficiência hospitalar em outros países, tais como na Espanha (Dalmau-Atarrodona & Puig-Junoy, 1998; Sola & Prior, 2001), em Taiwan (Chang, Chang, Das, & Li, 2004), na Tailândia (Valdmanis, Kumanarayake, & Lertiendumrong, 2004), na Turquia (Sahin & Ozcan, 2000), na Alemanha (Helmig & Lapsley, 2001), no Reino Unido (Field & Emrouznejad, 2003) e na Bélgica (Creteur, Pochet, Pouplier, & Closon, 2002).

Numa outra perspetiva de avaliação, O'Neill et al. (2008) desenvolveram um estudo onde analisaram 79 investigações (de 1984 a 2004) sobre a determinação da eficiência hospitalar. A comparação transnacional dessas investigações revelou a existência de diferenças significativas entre as diferentes metodologias usadas pelos diferentes autores, nomeadamente ao nível do tipo de modelo de DEA selecionado e dos *inputs* e *outputs* escolhidos. Mostrou ainda que os estudos europeus eram mais propensos à medição da eficiência económica (ao invés da técnica) e ao uso de menos observações, comparativamente às investigações realizadas nos EUA.

Restringindo ao caso do setor hospitalar português, vários são os estudos de DEA que também têm surgido. Dismuke & Sena (1999) realizaram um estudo bastante interessante nesta vertente. Avaliaram o impacto do pagamento efetivo por Grupos de Diagnóstico Homogéneos (GDH) sobre a produtividade e a eficiência técnica de três tecnologias de diagnóstico (de hospitais portugueses), com base em dados de 1992 a 1994. Para tal, recorreram ao DEA e a técnicas paramétricas. No final, os autores concluíram que o sistema de pagamento por GDH pode ter tido um impacto positivo na produtividade e na eficiência técnica das três tecnologias estudadas.

No entanto, os estudos de DEA intensificaram após as reformas de 2002. Na verdade, era do interesse comum analisar a reforma associada à transformação dos hospitais públicos em hospitais SA e, subsequentemente, hospitais SA em hospitais EPE. Um dos estudos foi o realizado por Harfouche (2005), onde avaliou o impacto dos hospitais SA ao nível da sua eficiência técnica, através do método DEA. Em termos gerais, o estudo mostrou que os hospitais SA foram os mais eficientes nos períodos em análise, exceto no ano de 2002. Esta conclusão ganhou ainda mais notoriedade com um

estudo semelhante realizado pelo Tribunal de Contas (2006), estudo esse que identificou diferenças nos níveis de eficiência entre os hospitais SA e os do SPA.

Mais tarde, em 2008, foram apresentados mais dois estudos: um por Gonçalves (2008) e outro por Moreira (2008). No que diz respeito ao primeiro estudo, Gonçalves (2008) estudou a eficiência entre os hospitais SA e os do SPA, onde concluiu que esta transformação trouxe uma melhoria da fronteira de eficiência técnica no setor hospitalar, embora os hospitais SA tenham apresentado níveis de eficiência técnica ligeiramente inferiores aos do SPA. Por outro lado, no segundo estudo (Moreira, 2008), analisou-se o desempenho relativo dos hospitais-empresa, comparativamente aos hospitais da administração pública, através do DEA. Neste caso, o estudo mostrou “ganhos de eficiência dos hospitais-empresa face aos hospitais que foram mantidos dentro das administrações públicas”.

No ano seguinte, Simões & Marques (2009) também avaliaram o desempenho dos hospitais portugueses, por via da técnica DEA e tendo por base a contribuição do efeito do congestionamento. Esta análise assentou na ideia de que, nos hospitais, o consumo de um grande número de *inputs* nem sempre corresponde a altos níveis de produção ou a uma maior proporção de *outputs*. Os resultados deste estudo mostraram níveis significativos de ineficiência em cerca de 68 grandes hospitais portugueses, no ano de 2005, e mais de metade deles estavam congestionados.

Figueiredo (2010) também teve a oportunidade de analisar a eficiência dos hospitais portugueses, por via do DEA e de uma análise de Ordem-m para considerar o ambiente operacional. No total, este investigador conseguiu estudar 38, 41, 40 e 40 hospitais distribuídos, respetivamente, por um período de quatro anos (2005-2008). Neste estudo, foram identificadas ineficiências na ordem dos 20%, ineficiências essas que, se corrigidas, permitiriam várias poupanças.

Rego, Nunes, & Costa (2010) também analisaram em que medida a adoção de modelos de gestão de negócios a hospitais portugueses pode melhorar o seu desempenho, nomeadamente em termos de eficiência. Para tal, recorreram ao DEA, utilizaram uma amostra de 59 hospitais (dos quais 21 eram SA e 38 eram SPA) e determinaram a eficiência por duas vias: na primeira, utilizaram os custos de produção e o número de camas como *inputs*; na segunda, consideraram o número de camas e os recursos humanos (número de médicos, número de enfermeiros e outro pessoal) como *inputs*. Já como

outputs foram considerados (em ambas as vias) o número de dias de internamento, o número de pacientes que receberam alta, o número de visitas em ambulatório, o número de episódios de urgência, o número de sessões de serviço de atendimento durante o dia e o número de cirurgias. Como conclusões, os autores consideraram que as mudanças na estrutura organizacional dos hospitais públicos tiveram um impacto positivo sobre estas mesmas unidades, nomeadamente nos hospitais SA.

Mais recentemente, Gomes (2015) verificou a evolução da eficiência hospitalar ao longo do tempo. Para tal, aplicou a técnica do DEA a uma amostra de 16 instituições de saúde, utilizando dados referentes ao período de 2003 a 2011. Os resultados desta investigação permitiram concluir que, entre 2010 e 2011, houve uma maior racionalização dos recursos, acompanhada por uma elevada redução de custos. Este estudo permitiu também identificar o Hospital de Santa Maria Maior, o CH do Tâmega e Sousa e o IPO de Coimbra como os mais eficientes de todas as unidades analisadas.

No mesmo ano, Almeida & Figue (2011) reportaram também um estudo de DEA, cujo objetivo consistiu no desenvolvimento de uma metodologia que incorporasse medidas de qualidade hospitalares numa análise de eficiência aplicada a hospitais do SNS e, por conseguinte, concluir sobre a existência (ou não) de um *trade-off* entre eficiência e qualidade nos hospitais portugueses. Neste caso concreto, determinaram *scores* de eficiência (a partir do DEA) ajustados a *outputs* de qualidade para uma amostra de 37 hospitais do SNS, em 2009. Os resultados permitiram concluir que não há evidência empírica para identificar uma *trade-off* entre eficiência e qualidade nos hospitais analisados, pressupondo a possibilidade de que os ganhos de eficiência podem ser alcançados sem uma relevância significativa da qualidade dos serviços.

No caso particular da eficiência das ULS, o número de estudos ainda é bastante escasso e não há evidência da aplicação da técnica do DEA. No entanto, a Entidade Reguladora da Saúde (ERS) realizou dois estudos sobre as ULS, onde abordou, de forma superficial e sem recurso ao DEA, a eficiência destas unidades. No primeiro (Entidade Reguladora da Saúde, 2011) foi verificado se as ULS geravam impacto positivo no acesso aos cuidados de saúde dos utentes residentes na área de influência destas instituições, comparativamente aos demais utentes do SNS. Os resultados mostraram algumas ineficiências nesta vertente, nomeadamente o facto desta organização não ser capaz de dar uma resposta eficiente no que diz respeito às primeiras consultas de especialidade.

Quanto ao segundo estudo (Entidade Reguladora da Saúde, 2015), analisou-se o desempenho das ULS, ao nível do acesso dos utentes aos cuidados de saúde, da qualidade dos serviços, da eficiência produtiva e do desempenho económico-financeiro. Restringindo à eficiência produtiva, o estudo mostrou que os hospitais não integrados em ULS são, em geral, mais eficientes do que os hospitais integrados e tal evidência é atribuída, essencialmente, ao facto do tempo médio de estadia de internamento ser maior nos hospitais integrados em ULS e por este indicador ter crescido mais rapidamente nestas unidades (entre 2011 e 2013) do que nas instituições hospitalares não integradas em ULS. Já no que diz respeito à eficiência do funcionamento em rede ao nível da interação entre CSP e hospitalares, por análise das proporções de internamentos com diagnósticos de *Ambulatory Care Sensitive Conditions* (ACSC), a mesma investigação revelou que todas as ULS (à exceção da ULS do Baixo Alentejo) apresentavam valores superiores às das restantes unidades da ARS onde estavam inseridas, pressupondo uma não redução de hospitalizações desnecessárias.

Para além destes estudos da ERS, Matos (2013) também avaliou o impacto das ULS e dos ACES, no processo de articulação entre CSP e cuidados secundários, tendo escolhido como amostra a ULS de Castelo Branco e o ACES Cova da Beira. Apesar deste estudo não se tratar de nenhum exemplo de aplicação do DEA, nem de constituir nenhuma avaliação de eficiência, é talvez o trabalho mais próximo do desenvolvido neste documento, daí a importância de ser referido. Aqui, as conclusões do autor vão ao encontro do que foi referido no Fórum de CSP (Parte III) de 7 de dezembro de 2012 – “As ULS não são suficientes, nem provavelmente serão necessárias. Aliás, as ULS foram criticadas argumentando-se que existem outras formas de integração possíveis e que geram ganhos esperados dessas relações. Como exemplos foram dados os ACES, por terem a mesma área de influência do hospital de referência”.

Apesar de um crescente interesse no estudo da eficiência das organizações verticalmente integradas, a verdade é que ainda existe uma lacuna importante na literatura nacional e internacional (no âmbito deste tópico), lacuna essa que se pretende colmatar com este estudo inédito. É importante compreender se as ULS constituem bons modelos organizacionais ao ponto de garantirem uma maior eficiência comparativamente aos ACES organicamente independentes dos hospitais.

CAPÍTULO 3

Metodologia

Neste capítulo serão descritas as diferentes etapas deste trabalho, etapas essas que contribuíram para que fosse possível o cumprimento dos objetivos inicialmente propostos. A Figura 3.1 ilustra a metodologia adotada ao longo deste trabalho.

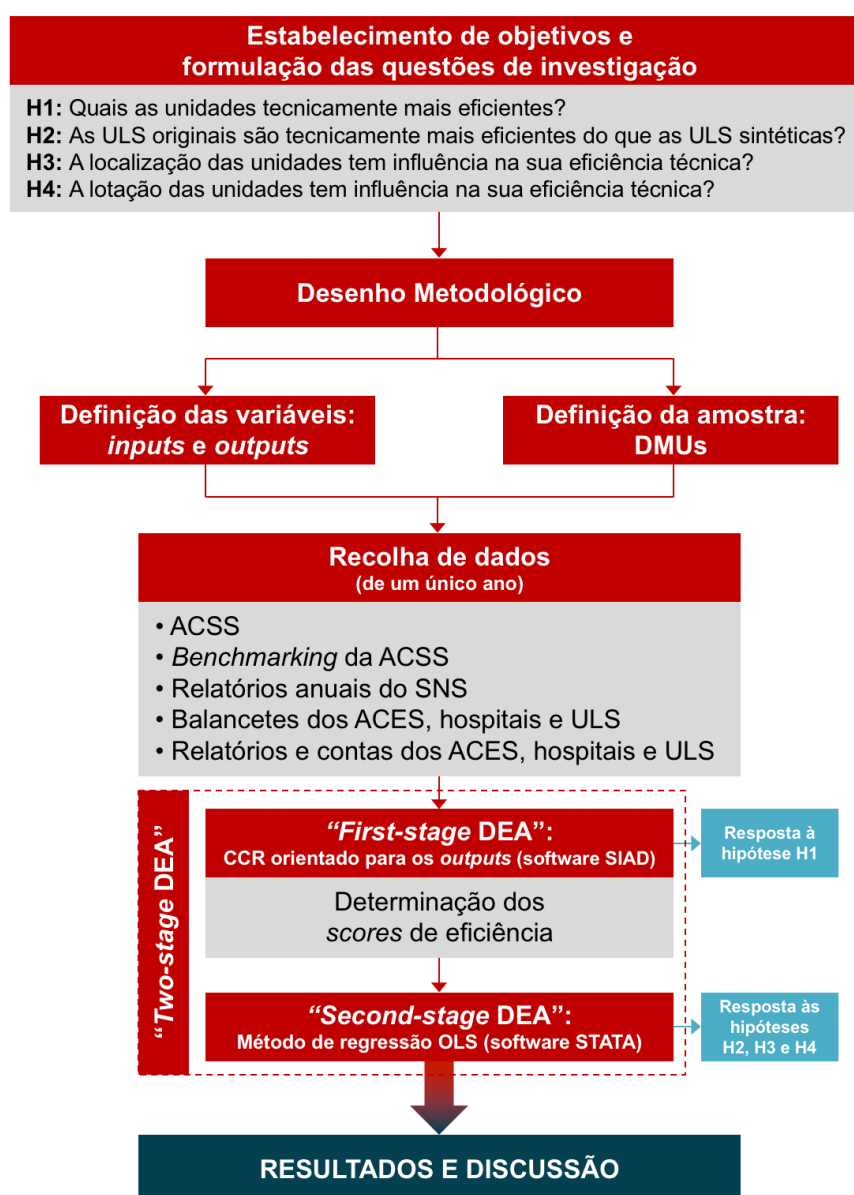


Figura 3.1 – Esquematização da metodologia adotada na execução da dissertação.

3.1. Questões de investigação

À semelhança do que acontece a nível mundial, a integração dos cuidados de saúde surge em Portugal com o intuito de dar uma resposta aos desafios com que o sistema de saúde português se tem deparado. É neste contexto que surge as ULS, fruto de um processo de gestão e de integração vertical de diferentes níveis de cuidados e com vista a melhorar principalmente a interligação dos CSP com os cuidados hospitalares (Entidade Reguladora da Saúde, 2015).

No entanto, e tal como já foi explicado nas secções anteriores, a quantidade de estudos que existe sobre o desempenho e/ou eficiência das ULS ainda é bastante escassa, sendo praticamente inexistente quanto ao facto de se perceber se as ULS constituem uma boa alternativa à prestação de cuidados de saúde através de ACES organicamente independentes dos hospitais e se as ULS estão a corresponder às expectativas associadas à sua génese.

Assim sendo, o principal objetivo deste trabalho centra-se essencialmente na avaliação da eficiência técnica de ULS originais e ULS sintéticas. Para tal, e como foco de orientação, foram estabelecidas as seguintes questões de investigação que se preveem serem respondidas no final deste estudo:

- H1) Quais as unidades tecnicamente mais eficientes, de cada tipo de organização?
- H2) As ULS (originais) são mais eficientes que a alternativa de ter ACES e hospitais organicamente independentes (alternativa aqui designada de ULS sintética)?
- H3) A localização das unidades em análise tem influência na eficiência técnica destas últimas?
- H4) A lotação (ou o número de camas) das unidades em análise tem influência na eficiência técnica destas últimas? Ou seja, os rendimentos são constantes ou variáveis à escala?

A primeira questão (H1) surge com a necessidade de se tentar perceber quais as unidades que apresentam melhor eficiência técnica, para cada tipo de organização, em função do tipo de perfil que apresentam, enquanto que na segunda questão (H2) pretende-se saber se as ULS são tecnicamente mais eficientes do que o conjunto ACES e CH/hospitais. É expectável que as ULS sejam mais eficientes, dado que estas instituições

assentam numa estrutura estratificada e piramidal, onde “supostamente” os CSP constituem a primeira resposta e a mais próxima das populações, seguida de uma eventual referenciação para os cuidados mais diferenciados (Ramsay et al., 2009).

Já numa fase posterior, surgem as questões H3 e H4. Nestas últimas, pretende-se verificar se o facto das unidades estarem localizadas no litoral ou no interior do país (H3) ou de terem mais ou menos camas (H4) tem influência na eficiência técnica das instituições de saúde. Intuitivamente, é de esperar que as unidades localizadas no litoral do país sejam mais tecnicamente eficientes, na medida em que existe uma maior quantidade e diversidade de recursos, uma maior competição entre os fornecedores, uma maior possibilidade *outsourcing*, etc. (Menezes, Forjaz, José, & Vieira, 1997). Em relação à lotação, e de acordo com K.-H. Lee et al. (2009) e Vieira (1997), é expectável que a lotação não influencie a eficiência técnica.

3.2. Desenho metodológico

Com os objetivos definidos e as questões de investigação formuladas, foi necessário selecionar a(s) técnica(s) a aplicar. Após a análise de uma vasta literatura (ponto 2.5.), facilmente se percebe que o DEA é a abordagem que reúne maior consenso para a medição de eficiência de unidades de saúde (Gomes, 2015; Moreira, 2008). Hollingsworth (2008) chegou à mesma conclusão, após a análise de 317 artigos publicados (referentes à medição da fronteira de eficiência no setor de saúde), em que três quartos dos quais faziam referência ao uso do DEA para a medição da eficiência de prestadores de cuidados de saúde.

Atendendo que a aplicação direta do DEA não responderia a todas as questões inicialmente propostas, foi necessário também optar pela estimação de um modelo de regressão. Assim, optou-se por utilizar o método “*two-stage* DEA”, o qual compreende duas etapas: a aplicação do DEA propriamente dito (“*first-stage* DEA”) e a estimação de um modelo regressão (“*second-stage* DEA”). Nesta última etapa, optou-se por aplicar o método OLS, dado que é considerado por muitos como suficiente e adequado aos pressupostos da “*second-stage* DEA” (Hoff, 2007; McDonald, 2009; Simar & Wilson, 2011).

Uma vez escolhidas as técnicas, e tal como demonstrado na Figura 3.1, definiu-se então as variáveis e as DMUs que serviram de base a este estudo e, posteriormente, procedeu-se à recolha dos dados (relativos a cada uma dessas variáveis) e à caracterização da amostra. Procedeu-se à “*first-stage*” do DEA com o intuito de determinar os *scores* de eficiência de cada unidade e, a partir destes *scores*, estimou-se um modelo de regressão linear múltipla por via do método OLS (“*second-stage* DEA”). Neste último caso, o *score* de eficiência correspondeu à variável dependente, enquanto que o tipo de instituição, o local geográfico (interior ou litoral do país) e o número de camas assumiram a categoria de variáveis independentes.

3.3. Definição das variáveis e da amostra

3.3.1. *Inputs e outputs*

As variáveis selecionadas foram integradas em dois grupos – *inputs* e *outputs* –, na medida em que a determinação da eficiência é realizada por comparação entre *inputs* e *outputs* (Figueiredo, 2010).

Atendendo que a análise de eficiência centrar-se-á em organizações verticalmente integradas, a escolha dos *inputs* e *outputs* foi efetuada partindo do pressuposto de que seria necessário introduzir, neste trabalho, variáveis que abrangessem não só os cuidados hospitalares, mas também os CSP. Neste processo de seleção, considerou-se ainda os *inputs* e os *outputs* mais frequentes em estudos de DEA, no âmbito do setor da saúde, mas também os dados que são habitualmente disponibilizados quer pela ACSS, quer pelas ARS.

Ainda a respeito das variáveis mais utilizadas, Figueiredo (2010) refere que os *inputs* mais utilizados em estudos de eficiência, na área da saúde, são: o número de camas, o número de camas disponíveis para o hospital de dia, o número de médicos, o número de enfermeiros, o número de outros profissionais de saúde, o número total de funcionários, custos totais, custos com medicamentos, outros custos operacionais e custos com pessoal. Por outro lado, os *outputs* mais descritos na literatura são: o número de admissões ou o número de altas dadas, o número de doentes internados ajustado pelo *case-mix*, o número de dias de internamento, o número de doentes de ambulatório, o

número de consultas, o número de cirurgias e o número de episódios de urgência (Figueiredo, 2010).

Assim, e tal como é ilustrado na Tabela 3.1, optou-se por associar os *inputs* aos recursos humanos e aos custos relacionados com a produção e os *outputs* a índices de produção.

Tabela 3.1 – Descrição das variáveis: *inputs* e *outputs*

Sigla	Descrição
INPUTS	
LOT	<p>Lotação ou número total de camas.</p> <p>Esta variável foi recolhida apenas para os hospitais e ULS, já que os ACES não dispõem atualmente de camas. Os dados desta variável foram fornecidos pela ACSS e são relativos ao mês de dezembro de 2015.</p>
MED	<p>Número total de médicos.</p> <p>No caso dos hospitais e das ULS, este número foi obtido por via da ACSS e é relativo a dezembro de 2015. No que diz respeito aos ACES, os dados foram recolhidos a partir do <i>Acordo Modificativo 2015 do Contrato-Programa ACES 2013-2015</i> para cada ACES.</p>
ENF	<p>Número total de enfermeiros.</p> <p>No caso dos hospitais e das ULS, este número foi também obtido por via da ACSS e é relativo a dezembro de 2015. No que diz respeito aos ACES, os dados foram recolhidos a partir do <i>Acordo Modificativo 2015 do Contrato-Programa ACES 2013-2015</i> para cada ACES.</p>
RH	<p>Número total de médicos e enfermeiros, resultante da soma do número total de médicos e enfermeiros:</p> $RH = MED + ENF \quad (1)$
CUSTOS	<p>Custos das mercadorias vendidas e matérias consumidas (CMVMC) e dos subcontratos, fornecimentos e serviços externos (FSE), em euros.</p> <p>Estes custos são mencionados, respetivamente, nas contas 61 e 62 do Plano Oficial de Contabilidade do Ministério da Saúde (POCMS) de cada instituição de saúde. No entanto, estes dados foram recolhidos através da ACSS (para os hospitais e as ULS) e a partir do <i>Acordo Modificativo 2015 do Contrato-Programa ACES 2013-2015</i> (para os ACES). Importa referir ainda que os dados fornecidos pela ACSS são referentes a dezembro de 2015.</p>
OUTPUTS	
CIR/TE	<p>Rácio do número total de cirurgias (que inclui as cirurgias de ambatório, as convencionais, as programadas e as urgentes) pelo tempo de espera da lista de inscritos para cirurgia (em meses):</p> $CIR/TE = \frac{N.^\circ \text{ total de cirurgias}}{\text{Tempo de espera da lista de inscritos para cirurgia}} \quad (2)$

	Esta variável, que representa o número de cirurgias ponderado por uma medida de congestionamento, foi recolhida apenas para os hospitais e ULS, através da ACSS. Enquanto que o número de cirurgias é relativo ao mês de dezembro de 2015, o tempo de espera da lista de inscritos para cirurgia é referente ao 1.º semestre de 2015. É de notar ainda que o ajuste efetuado aqui será alvo de desenvolvimento mais à frente.
CMED	<p>Número total de consultas efetuadas <u>apenas</u> por médicos, que inclui as consultas de especialidade, as consultas com o médico de família e as consultas domiciliárias.</p> <p>Todos estes dados foram fornecidos pela ACSS, quer para os hospitais e ULS ou para os ACES, e são relativos ao mês de dezembro de 2015. No entanto, é de tomar em conta as seguintes considerações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Consultas de especialidade</u>: total de consultas médicas sem medicina de trabalho (NOTA: nas ULS os valores apresentados dizem apenas respeito às consultas hospitalares); • <u>Consultas com o médico de família (CSP)</u>: inclui consultas no consultório (de forma direta ou indireta), de reforço, nas escolas e de serviços de atendimento permanente (SAP); • <u>Consultas domiciliárias (CSP)</u>: inclui apenas os domicílios de médicos.
CONS	<p>Número total de consultas, que inclui as consultas de especialidade, as consultas com o médico de família, as consultas de enfermagem e as consultas domiciliárias.</p> <p>Todos estes dados foram fornecidos pela ACSS, quer para os hospitais e ULS ou para os ACES, e são relativos ao mês de dezembro de 2015. No entanto, é de tomar em conta as seguintes considerações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Consultas de especialidade</u>: total de consultas médicas sem medicina de trabalho (NOTA: nas ULS os valores apresentados dizem apenas respeito às consultas hospitalares); • <u>Consultas com o médico de família (CSP)</u>: inclui consultas no consultório (de forma direta ou indireta), de reforço, nas escolas e de SAP; • <u>Consultas de enfermagem (CSP)</u>: inclui consultas no consultório (de forma direta ou indireta), de reforço e de SAP; • <u>Consultas domiciliárias (CSP)</u>: inclui domicílios de médicos e enfermeiros.

Sob o ponto de vista conceptual, os *inputs* são habitualmente classificados em trabalho e capital (Moreira, 2008). Assim, neste trabalho, optou-se por utilizar uma variável associada ao número total de camas (LOT) – fator capital –, ao número total de médicos (MED), ao número total de enfermeiros (ENF) e à soma destas duas variáveis (RH) – fator trabalho –, e uma variável de custos (CUSTOS).

A inclusão do número de camas deveu-se essencialmente ao facto desta variável ser frequentemente usada em estudos de DEA como uma medida de aproximação do tamanho do hospital e dos investimentos de capital. Já em relação à introdução do número de médicos e enfermeiros, estudos mostram que cerca de dois terços dos custos operacionais hospitalares são devidos a custos com pessoal, mas dado que os custos

laborais variam em função da região geográfica, muitos dos autores optam por incluir apenas o número de pessoal clínico, tal como acontece neste estudo (Harfouche, 2010). Note-se também que o número de operários e/ou auxiliares não foi contemplado aqui, pelo facto dos custos associados a eles terem um peso bastante inferior aos das classes clínicas (Oliveira & Ferreira, 2014). Para além destes custos, existem outros que têm um grande peso na despesa total das instituições de saúde, como é o caso dos custos das mercadorias vendidas e matérias consumidas (CMVMC) e dos subcontratos, fornecimentos e serviços externos (FSE), custos esses que também foram incluídos neste trabalho. Aliás, a inclusão dos CMVMC é recomendada como um *input* financeiro, enquanto que os FSE são frequentemente considerados, na literatura, como sendo proporcionais à dimensão de um serviço (Oliveira & Ferreira, 2014).

Já em relação aos *outputs*, e de forma a conjugar os índices de produção dos CSP com os cuidados hospitalares, optou-se por utilizar uma variável associada ao número total de cirurgias ponderado pelo tempo de espera da lista de inscritos para cirurgia (CIR/TE), uma variável associada ao número total de consultas realizadas apenas por médicos (CMED) e outra variável referente ao número total de consultas (CONS).

Tanto o número de consultas como o número de cirurgias constituem duas variáveis extensamente utilizadas no DEA, pois permitem medir o acesso aos cuidados de saúde, o número de doentes atendidos e as quantidades totais de tratamento produzidas (Figueiredo, 2010; Harfouche, 2010; Oliveira & Ferreira, 2014). No entanto, ao analisar estes *outputs*, em termos absolutos e tendo em conta o mesmo nível de *inputs*, facilmente se percebe que um maior número de consultas e de cirurgias estará associado a unidades mais eficientes. Ora, nas ULS não é isso que se pretende, isto porque o objetivo das organizações verticalmente integradas passa por colocar os CSP como primeira via de acesso à prestação de cuidados, moderando assim o acesso aos cuidados hospitalares. Assim sendo, houve a necessidade de ajustar os *outputs* deste trabalho. No caso concreto das consultas (variáveis CMED ou CONS), tal não foi possível por falta de dados. Já em relação ao número de cirurgias, este foi ajustado pelo tempo de espera da lista de inscritos, originando assim a variável CIR/TE.

A inclusão do tempo de espera, que é tratada aqui como um *output* indesejável⁵, permitirá avaliar a agilidade no atendimento, bem como a acessibilidade aos cuidados de saúde. Na verdade, tempos de espera mais curtos podem ser alcançados por transferência de recursos para a produção de mais cirurgias, mas isso implicaria produzir menos quantidades de outros produtos desejáveis (como por exemplo, as consultas médicas ao nível dos CSP). Neste sentido, esta situação acarreta um *trade-off* entre produzir mais *outputs* desejáveis e menos *outputs* indesejáveis (Almeida & Figue, 2011).

Para tal, e seguindo um pouco a metodologia adotada por outros autores (Almeida & Figue, 2011; Clement, Valdmanis, Bazzoli, Zhao, & Chukmaitov, 2008; Ferrier, Rosko, & Valdmanis, 2006), optou-se por tornar todos os *outputs* como desejáveis, através do número de cirurgias ponderado por uma medida de congestionamento, ou seja, pelo tempo de espera. Assim, um maior número de cirurgias ponderado por um menor tempo de espera, e um maior número de consultas, poderá representar uma unidade mais eficiente, o que faz mais sentido à luz da natureza deste trabalho.

3.3.2. DMUs

Numa primeira fase, foi necessário fazer o levantamento dos ACES, das ULS e dos hospitais públicos ativos atualmente em Portugal, levantamento esse que pode ser consultado no ponto 2.2. e no ANEXO A deste documento. Posteriormente, procedeu-se à recolha dos valores referentes às variáveis discriminadas na Tabela 3.1 de 8 ULS originais e de 20 ULS sintéticas (ACES + CH). No total, foram consideradas cerca de 28 DMUs, as quais estão disponíveis para consulta na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Descrição das DMUs

DMU	Instituições	Tipo
DMU1	ULS do Alto Minho, EPE	Original
DMU2	ULS do Nordeste, EPE	Original
DMU3	ULS de Matosinhos, EPE	Original
DMU4	ULS da Guarda, EPE	Original
DMU5	ULS de Castelo Branco, EPE	Original
DMU6	ULS do Norte Alentejano, EPE	Original
DMU7	ULS do Litoral Alentejano, EPE	Original

⁵ Os *outputs* indesejáveis correspondem aos resultados indesejáveis de um processo produtivo, ou seja, aqueles produtos cuja produção deve ser minimizada.

DMU8	ULS do Baixo Alentejo, EPE	Original
DMU9	ACES do Cávado III - Barcelos/Esposende Hospital de Santa Maria Maior, EPE	Sintética
DMU10	ACES do Alto Ave - Guimarães/Vizela/Terras de Basto Hospital da Senhora da Oliveira Guimarães, EPE	Sintética
DMU11	ACES Alto Trás-os-Montes II - Alto Tâmega e Barroso ACES do Douro I - Marão e Douro Norte ACES do Douro II - Douro Sul CH Trás-os-Montes e Alto Douro, EPE	Sintética
DMU12	ACES do Grande Porto IV - Póvoa de Varzim/Vila de Conde CH da Póvoa de Varzim/Vila do Conde, EPE	Sintética
DMU13	ACES do Ave – Famalicão ACES do Grande Porto I - Santo Tirso/Trofa CH do Médio Ave, EPE	Sintética
DMU14	ACES do Tâmega I - Baixo Tâmega ACES do Tâmega II - Vale do Sousa Sul ACES do Tâmega III - Vale do Sousa Norte CH do Tâmega e Sousa, EPE	Sintética
DMU15	ACES de Entre Douro e Vouga I - Feira/Arouca ACES de Entre Douro e Vouga II - Aveiro Norte CH Entre Douro e Vouga, EPE	Sintética
DMU16	ACES Baixo Vouga CH do Baixo Vouga, EPE	Sintética
DMU17	ACES Dão Lafões CH Tondela-Viseu, EPE	Sintética
DMU18	ACES Cova da Beira CH da Cova da Beira, EPE	Sintética
DMU19	ACES Pinhal Litoral CH de Leiria, EPE	Sintética
DMU20	ACES Oeste Norte ACES Oeste Sul CH do Oeste, EPE	Sintética
DMU21	ACES Médio Tejo CH do Médio Tejo, EPE	Sintética
DMU22	ACES Lezíria Hospital Distrital de Santarém, EPE	Sintética
DMU23	ACES Amadora ACES Sintra Hospital Professor Doutor Fernando Fonseca, EPE	Sintética
DMU24	ACES Arco Ribeirinho CH do Barreiro-Montijo, EPE	Sintética
DMU25	ACES Arrábida CH de Setúbal, EPE	Sintética

DMU26	ACES Almada-Seixal Hospital Garcia de Orta, EPE	Sintética
DMU27	ACES Alentejo Central Hospital Espírito Santo de Évora, EPE	Sintética
DMU28	ACES Algarve I – Central ACES Algarve II - Barlavento ACES Algarve III - Sotavento CH do Algarve, EPE	Sintética

No que diz respeito às ULS originais, estas correspondem às 8 ULS que foram criadas até ao momento em Portugal. Já em relação às ULS sintéticas, estas foram constituídas por combinação dos ACES com os CH de referência, e tendo por base a rede de referência hospitalar de cirurgia geral, cujo algoritmo está representado na Figura 3.2. Apesar da existência de várias redes específicas, seleccionou-se a rede de cirurgia geral por se considerar a mais genérica e a mais adequada ao presente estudo. Na verdade, a cirurgia geral é “uma das especialidades nucleares e estruturantes da atividade hospitalar e uma das áreas fundamentais da prestação de cuidados de saúde”, estando, portanto, disponível em todas as instituições hospitalares do SNS (Maciel et al., 2015).

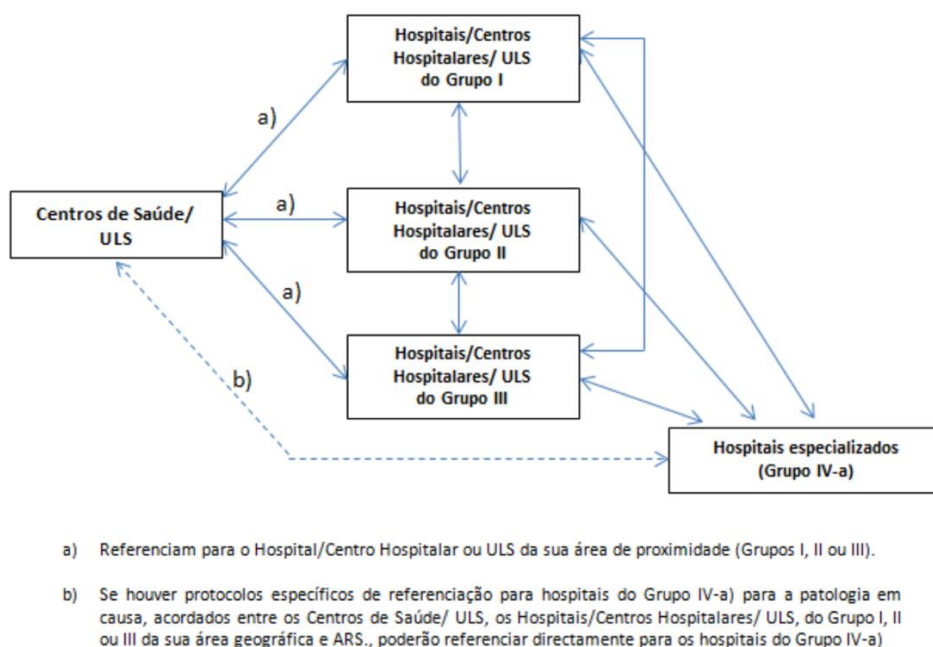


Figura 3.2 – Algoritmo de referência para a especialidade de cirurgia geral (Maciel et al., 2015).

Ainda sobre a rede de referência de cirurgia geral, esta é composta por CH e ULS organizados em 4 grupos distintos (tal como ilustrado e descrito na Figura 3.2 e no

ANEXO B) e regula o acesso dos utentes aos serviços de cirurgia geral das diferentes unidades que a compõem, sempre no sentido de prestar cuidados de saúde adequados a cada caso e tendo em conta a área geográfica de residência do utente e a localização das diferentes unidades hospitalares, sua diferenciação e acessibilidade. Na verdade, a criação das Redes Nacionais de Especialidades Hospitalares e de Referenciação vieram permitir a otimização da utilização dos recursos técnicos e humanos disponíveis e, por conseguinte, a obtenção de ganhos em saúde (Maciel et al., 2015).

Com o intuito de assegurar a comparabilidade e aumentar a homogeneidade da amostra, importa referir que, desde o início, foram excluídos deste estudo as maternidades, os hospitais psiquiátricos, os centros psiquiátricos de recuperação, os hospitais resultantes das PPP, os institutos portugueses de oncologia, os centros regionais de alcoologia, ortopédicos e oftalmológicos, os hospitais localizados nos grandes centros urbanos (CH do Porto, CH de São João, CH e Universitário de Coimbra, CH de Lisboa Norte, CH de Lisboa Central e CH de Lisboa Ocidental⁶) e os ACES a eles associados. Relativamente aos centros hospitalares previamente excluídos deste estudo, tal facto deveu-se ao facto destas unidades pertencerem ao grupo III da rede de referenciação de cirurgia geral (tal como indicado no ANEXO B), apresentando assim um perfil que se distancia em demasia do das ULS (que estão alocadas no grupo I).

É de destacar ainda que, nas abordagens de DEA, as DMUs selecionadas devem atuar sob as mesmas condições de mercado, realizar as mesmas tarefas com metas idênticas, utilizar os mesmos *inputs* e produzir os mesmos *outputs*, diferindo apenas na quantidade (Golany & Roll, 1989; Mello et al., 2005). A par disso, deve existir também uma relação entre o número de DMUs e o número de variáveis escolhidas e, embora não haja demonstrações analíticas a respeito deste último tópico, Banker et al. (1989) defende que o número total de DMUs deve ser superior ou igual ao triplo do número total de variáveis (*inputs* e *outputs*), tal como indicado na Equação 3 (Carriço, 2012). Todos estes pressupostos foram cumpridos neste trabalho.

$$\#DMU \geq 3 * (\#inputs + \#outputs) \quad (3)$$

⁶ Apesar do CH de Lisboa Ocidental pertencer ao grupo II das unidades que integram a rede de referenciação de cirurgia geral, a sua lotação assemelha-se à dos centros hospitalares de Lisboa Norte e Lisboa Central.

3.3.3. Análise descritiva da amostra

Após a recolha de todos os dados (ver ponto 3.4.), e com o intuito de caracterizar a amostra em estudo, procedeu-se também a uma análise quantitativa (estatística descritiva) de todas as variáveis. Esta análise, que foi realizada através do *software* STATA® 13.1, baseou-se na medição da média, desvio-padrão, mediana, máximo e mínimo dos valores absolutos de cada variável.

Contudo, neste trabalho, foi necessário testar diferentes variáveis e diferentes quantidades de DMUs, tal como será explicado no Capítulo 4. Por essa razão, nesta secção, apenas apresentar-se-á a análise descritiva referente às variáveis e à amostra da combinação selecionada para análise e discussão dos resultados. A amostra em questão foi composta por um total de 20 DMUs, 8 das quais correspondiam às ULS originais e as restantes a ULS sintéticas (Tabela 3.2). O perfil desta amostra pode ser observado na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Análise descritiva da amostra analisada (obtida por via do STATA)

Variável	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Amostra total: 20 DMUs				
LOT (n.º) ⁷	296,4	114,6846	117	557
MED (n.º)	339,6	133,9927	97	589
CUSTOS (€)	50,7 x 10 ⁶	21,1 x 10 ⁶	18,4 x 10 ⁶	82,1 x 10 ⁶
CIR/TE	5060,6	2331,543	1773	10748
CMED (n.º)	206521	79485,84	88689	336556
Apenas as 8 ULS originais: DMUs 1 à 8				
LOT (n.º) ⁶	250,625	100,5385	122	408
MED (n.º)	298,125	165,5255	97	589
CUSTOS (€)	37,8 x 10 ⁶	10,8 x 10 ⁶	25,7 x 10 ⁶	56,3 x 10 ⁶
CIR/TE	4869,125	2367,762	1773	9235
CMED (n.º)	175943,8	90878,7	88689	320896
Apenas as 12 ULS sintéticas: DMUs 9/10/12/13/18/19/20/21/22/24/25/27⁸				
LOT (n.º) ⁶	326,9167	117,2429	117	557
MED (n.º)	367,25	107,1958	191	551
CUSTOS (€)	59,4 x 10 ⁶	22,1 x 10 ⁶	18,4 x 10 ⁶	82,1 x 10 ⁶
CIR/TE	5188,25	2403,649	2394	10748
CMED (n.º)	226905,8	67260,14	114600	336556

⁷ Esta variável foi apenas incluída na “second-stage DEA”.

⁸ Foram selecionadas apenas as ULS sintéticas que apresentavam *inputs* e *outputs* mais próximos do das ULS originais (DMUs 1 à 8), de forma a obter uma amostra relativamente homogênea para aplicação do modelo CCR do DEA. Para mais detalhes, consultar Capítulo 4.

Analisando a Tabela 3.3, facilmente se percebe que as médias de todas as variáveis referentes às ULS sintéticas são ligeiramente superiores às das ULS originais, sensivelmente na mesma proporção. No entanto, é entre as ULS originais onde se pode encontrar a unidade com o número de médicos (MED) mais baixo e mais alto. Já as lotações (LOT) e os custos mais baixos e mais elevados são apresentados pelas ULS sintéticas. No que diz respeito ao rácio de cirurgias pelo tempo de espera (CIR/TE) e ao número de consultas (CMED), os valores mais baixos podem ser encontrados entre as ULS originais, enquanto que os valores mais altos são específicos das ULS sintéticas. Os desvios-padrão apresentados estão também compreendidos entre os 29 e os 56% das respetivas médias indicadas, cabendo às variáveis CUSTOS das ULS originais e MED das ULS sintéticas os desvios-padrão mais baixos (29%), e à variável MED das ULS originais os desvios-padrão mais elevados (56%).

3.4. Recolha de dados

A maioria dos dados necessários para a realização deste estudo foi cedida pela ACSS, tal como indicado na Tabela 3.1. No caso das variáveis em que a ACSS não possuía os dados, foi necessário recorrer ao portal de monitorização do SNS (ou seja, ao benchmarking – <http://benchmarking.acss.min-saude.pt/benchmarking.aspx>), aos relatórios anuais do SNS ou das ARS, aos acordos modificativos dos contratos-programa dos ACES, aos balancetes e aos relatórios e contas dos ACES, hospitais e ULS.

3.5. “Two-stage DEA”

Neste trabalho, optou-se por utilizar o método “two-stage DEA”. Este método divide-se em duas etapas: a aplicação do DEA – “first-stage DEA” – e a estimação de um modelo regressão – “second-stage DEA”.

3.5.1. “First-stage DEA”

Os dados recolhidos foram então submetidos à aplicação do DEA. A escolha desta técnica não-paramétrica prendeu-se com o facto de se tratar de uma das ferramentas mais adequadas para a avaliação da eficiência (porque permite definir a fronteira de eficiência,

combinar *inputs* e *outputs* e determinar as unidades eficientes), por ser exaustivamente utilizada na medição da eficiência no setor da saúde (nomeadamente na comparação de sistemas entre países, regiões, instituições e serviços de saúde) e por se ajustar melhor às características particulares do processo produtivo das instituições de saúde públicas (Gomes, 2015; Moreira, 2008).

Tal como já foi explicado no ponto 2.4., o DEA apresenta dois modelos principais e dois tipos de orientações em cada modelo. Neste caso concreto, optou-se por seleccionar o modelo CCR orientado para os *outputs*.

A opção pelo CCR deveu-se ao facto de se tratar de um modelo que se caracteriza pela proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* (Charnes et al., 1978), algo que está patente na amostra em análise. Na verdade, o aumento da quantidade de *inputs* da amostra em estudo faz aumentar, sensivelmente na mesma proporção, a quantidade de *outputs* da mesma. Para além disso, e à semelhança do que será verificado mais à frente neste trabalho, alguns autores consideram que a lotação/dimensão das instituições de saúde não tem influência na eficiência das mesmas (K.-H. Lee et al., 2009; Vieira, 1997), não havendo, portanto, a necessidade de considerar aqui rendimentos variáveis à escala. É de notar ainda que Meneses (2013) chega a considerar o modelo CCR como mais fiável do que o BCC, enquanto que Gomes (2015) afirma que o modelo CCR é o que reúne mais consenso junto dos autores, sendo, portanto, o mais utilizado e descrito na literatura, em particular no setor da saúde.

Já no que diz respeito à orientação, a escolha recaiu sobre a maximização dos *outputs*, ou seja, na determinação das unidades que conseguem produzir o máximo possível de serviços de saúde, mantendo o nível dos *inputs* (recursos humanos disponíveis e custos) (Ozcan, 2008). Na verdade, e dada a atual conjuntura económica do país, a dimensão dos *inputs* estagnou e os gestores têm pouco poder sobre a gestão dos mesmos. Aliás, Almeida (2016) defende que “nos hospitais, cerca de 50% da despesa é com pessoal e outros 35% referem-se a medicamentos e material de consumo clínico. Como a política do medicamento, a política de remunerações e grande parte da política de pessoal são centralizadas, o gestor só tem capacidade efetiva de atuação sobre cerca de 15% dos custos (cerca de 1400 milhões de euros no total do SNS)”. Como tal, torna-se pertinente determinar quais as unidades mais produtivas e/ou eficientes, mantendo o atual número de recursos humanos e nível de custos, e não o inverso.

Uma vez definidas todas as variáveis, recolhidos todos os dados e estabelecido o modelo e a orientação, recorreu-se ao *software* SIAD (Sistema Integrado de Apoio à Decisão) que foi desenvolvido para análise do DEA (Meza, Biondi Neto, Mello, & Gomes, 2005). Após a introdução de todos os dados no SIAD, foi possível determinar as seguintes medidas de eficiência e, subsequentemente, dar resposta à primeira questão (H1) deste estudo:

- a) Eficiência padrão – eficiência global que atribui 100% à DMU eficiente;
- b) Eficiência inversa – trata-se da fronteira de ineficiência que é obtida através da conversão dos *inputs* em *outputs* e vice-versa; esta medida mostra uma avaliação pessimista da DMU;
- c) Eficiência composta – resulta da média aritmética entre a eficiência padrão e a subtração da eficiência invertida a uma unidade:

$$Eficiência\ composta = \frac{Eficiência\ padrão - Eficiência\ invertida + 1}{2} \quad (4)$$

- d) Eficiência composta normalizada – obtida pelo quociente entre a eficiência composta de determinada unidade e a eficiência composta máxima obtida.

Por último, resta referir que as medidas supramencionadas são traduzidas em valores compreendidos em 0 e 1, em que o valor 1 corresponde às unidades mais eficientes e o valor 0 às unidades não eficientes.

3.5.2. “Second-stage DEA”

A partir dos *scores* de eficiência obtidos através da “first-stage DEA” (e do SIAD) – eficiência padrão –, prosseguiu-se então com a estimação de um modelo de regressão linear múltipla através do método OLS (e do STATA® 13.1), cuja relevância já foi justificada anteriormente. Com esta abordagem, pretendeu-se responder então às questões 2, 3 e 4 enunciadas no ponto 3.1.

Para tal, foram consideradas uma variável dependente e três variáveis independentes (duas das quais do tipo *dummy*). Na Tabela 3.4 é possível consultar a descrição dessas variáveis, enquanto que no ANEXO C estão indicados todos os dados referentes às variáveis independentes.

Tabela 3.4 – Descrição das variáveis (dependentes e independentes) do modelo de regressão linear múltipla

Sigla	Tipo	Descrição
SCORE	Variável dependente	<i>Score</i> de eficiência de cada unidade de saúde/DMU (corresponde à eficiência padrão obtida a partir do DEA)
TIPO	Variável independente	Uma variável <i>dummy</i> onde TIPO = 1 corresponde a uma ULS sintética e TIPO = 0 corresponde a uma ULS original
LOCAL	Variável independente	Uma variável <i>dummy</i> onde LOCAL = 1 corresponde a uma unidade de saúde localizada no litoral do país e LOCAL = 0 corresponde a uma unidade de saúde do interior.
LOT	Variável independente	Variável contínua: número de camas em cada unidade local de saúde (quer original ou sintética), que permite informar sobre o tamanho da respetiva unidade de saúde

Uma vez estabelecidas todas as variáveis, formalizou-se então o seguinte modelo de regressão:

$$SCORE_{Eficiência} = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u \quad (5)$$

O modelo representado na Equação 5 foi formalizado tendo em conta os trabalhos descritos por Xue & Harker (1999) e por Nahra, Mendez, & Alexander (2009). No primeiro artigo, cuja amostra consistiu em 100 hospitais do sistema de saúde dos EUA, os autores consideraram o *score* de eficiência (obtido pelo modelo CCR do DEA) como a variável independente, e o número de camas, o número de residentes no hospital e o tipo de hospital (“for-profit hospital” ou “not-for-profit hospital” e “teaching hospital” ou “not teaching hospital”) como variáveis dependentes. Destaca-se ainda que o método escolhido por estes autores foi o OLS, uma vez que estes conseguiram mostrar, através de testes de normalidade *Shapiro-Wilk*, que os *scores* de eficiência obtidos por DEA e os resíduos do seu modelo de regressão OLS apresentavam uma distribuição aproximadamente normal. Já no que diz respeito ao estudo de Nahra, Mendez, & Alexander (2009), estes autores recorreram a dados do *National Drug Abuse Treatment System Survey* (NDATSS) para verificarem se a eficiência relativa das unidades de tratamento era afetada (ou não) pelas estruturas organizacionais, pelas características operacionais e pelas modalidades de tratamento de uma amostra nacionalmente representativa de unidades de tratamento ambulatorio. Aqui, os autores definiram o *score*

de eficiência como a variável independente e 24 variáveis dependentes, 7 das quais eram *dummy*, e chegaram à conclusão de que o método OLS determina estimativas com boas propriedades estatísticas, independentemente da distribuição dos *scores* de DEA. De uma forma geral, as conclusões de ambos os estudos reforçam, uma vez mais, a perspectiva de que o método OLS é suficiente e adequado à “*second-stage* DEA” (Hoff, 2007; McDonald, 2009; Simar & Wilson, 2011), tal como já foi discutido no ponto 2.4.2.

Importa também referir que a inclusão da localização geográfica (interior ou litoral do país) como variável dependente, neste modelo, prendeu-se principalmente com o facto de alguns autores considerarem-na um importante fator na influência da eficiência das instituições da saúde (Menezes et al., 1997).

CAPÍTULO 4

Resultados e discussão

Sendo este estudo inédito, no âmbito da análise de eficiência de organizações verticalmente integradas, tornou-se imprescindível testar diferentes variáveis e diferentes quantidades de DMUs. Todas as combinações realizadas neste trabalho podem ser consultadas na Tabela 4.1, enquanto que os resultados referentes a cada uma delas estão discriminados no ANEXO D.

É de notar que a exclusão de DMUs, em algumas das combinações representadas na Tabela 4.1, foi efetuada em função das ULS sintéticas que apresentavam *inputs* e *outputs* mais distantes do das ULS originais e por ordem decrescente de diferença, ou seja, a exclusão foi iniciada a partir das ULS sintéticas com os valores de *inputs* e *outputs* mais distantes do das ULS originais. Este procedimento teve como principal objetivo tornar a amostra mais homogénea, ou seja, garantir que as ULS sintéticas em estudo fossem precisamente aquelas com um perfil mais próximo do das ULS originais (nomeadamente, em termos das características das instituições). De acordo com Mello et al. (2005), o conjunto de DMUs “deve ser homogéneo, isto é, realizar as mesmas tarefas, com os mesmos objetivos, trabalhar nas mesmas condições de mercado e ter autonomia na tomada de decisões”. Para além disso, é sabido também que a consideração ou não de uma ou mais unidades no conjunto de DMUs afeta os *scores* de eficiência para todas as unidades em análise (Alirezaee & Howland, 1998).

Já em relação aos *inputs* e *outputs* e aos modelos de regressão linear, a diferente seleção nas diferentes combinações foi baseada não só na literatura, mas também na tentativa de aproximar este estudo à atual realidade do setor da saúde português e, simultaneamente, garantir uma boa sustentabilidade em termos estatísticos. Evitou-se também selecionar uma grande quantidade de variáveis em cada combinação porque, de acordo com Rego (2011), um grande número de *inputs* e *outputs* pode fazer com que um grande número de DMUs passe a localizar-se na fronteira, diminuindo assim a capacidade do DEA para distinguir as unidades eficientes e ineficientes. Neste sentido, foi importante encontrar um equilíbrio na seleção das variáveis, com o intuito de garantir o poder discriminatório da técnica DEA, enviesando assim os resultados.

Posto isto, todos os resultados foram devidamente tratados, analisados e comparados com o descrito na literatura. Procurou-se responder também aos objetivos e/ou questões inicialmente propostos, tendo por base os resultados obtidos.

Tabela 4.1 – Combinações testadas ao longo do trabalho, cujos resultados estão discriminados no ANEXO D

Combinação	“ <i>First-stage</i> DEA”: CCR orientado para os <i>outputs</i>				“ <i>Second-stage</i> DEA”: Modelo de regressão via OLS
	<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>	N.º de DMUs	DMUs excluídas	Variáveis explicativas incluídas na estimação do modelo
1	LOT MED ENF CUSTOS	CIR/TE CONS	28	-	TIPO, LOCAL
					TIPO
2	LOT RH CUSTOS	CIR/TE CONS	28	-	TIPO, LOCAL
					TIPO
3	RH CUSTOS	CIR/TE CONS	28	-	TIPO, LOCAL, LOT
					TIPO, LOCAL
					TIPO, LOT
4	RH CUSTOS	CIR/TE CONS	24	11/14/17/28	TIPO, LOCAL, LOT
					TIPO, LOCAL
					TIPO, LOT
5	RH CUSTOS	CIR/TE CONS	20	11/14/16/17/19/23/ 26/28	TIPO, LOCAL, LOT
					TIPO, LOCAL
					TIPO, LOT
6	RH CUSTOS	CIR/TE CONS	18	11/14/15/16/17/19/ 23/25/26/28	TIPO, LOCAL, LOT
					TIPO, LOCAL
					TIPO, LOT
7	RH CUSTOS	CIR/TE CONS	16	10/11/14/15/16/17/ 19/20/23/25/26/28	TIPO, LOCAL, LOT
					TIPO, LOCAL
					TIPO, LOT
8	LOT MED CUSTOS	CIR/TE CMED	22	14/15/16/23/26/28	TIPO, LOCAL
9	LOT MED CUSTOS	CIR/TE CMED	20	11/14/15/16/17/23/ 26/28	TIPO, LOCAL

10	LOT MED CUSTOS	CIR/TE CMED	18	10/11/14/15/16/17/ 19/23/26/28	TIPO, LOCAL
11	LOT MED CUSTOS	CIR/TE CMED	16	10/11/14/15/16/17/ 19/20/23/25/26/28	TIPO, LOCAL
12	MED CUSTOS	CIR/TE CMED	28	-	TIPO, LOCAL, LOT
					TIPO, LOCAL
					TIPO, LOT
13	MED CUSTOS	CIR/TE CMED	24	14/23/26/28	TIPO, LOCAL, LOT
					TIPO, LOCAL
					TIPO, LOT
14	MED CUSTOS	CIR/TE CMED	22	14/15/16/23/26/28	TIPO, LOCAL, LOT
					TIPO, LOCAL
					TIPO, LOT
15	MED CUSTOS	CIR/TE CMED	21	14/15/17/19/23/26/ 28	TIPO, LOCAL, LOT
					TIPO, LOCAL
					TIPO, LOT
16	MED CUSTOS	CIR/TE CMED	20	11/14/15/16/17/23/ 26/28	TIPO, LOCAL, LOT
					TIPO, LOCAL
					TIPO, LOT
17	MED CUSTOS	CIR/TE CMED	18	10/11/14/15/16/17/ 19/23/26/28	TIPO, LOCAL, LOT
					TIPO, LOCAL
					TIPO, LOT
18	MED CUSTOS	CIR/TE CMED	16	10/11/14/15/16/17/ 19/20/23/25/26/28	TIPO, LOCAL, LOT
					TIPO, LOCAL
					TIPO, LOT

Apenas uma das combinações da Tabela 4.1 será alvo de análise e discussão neste capítulo – a combinação 16 e o modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$. Esta foi a opção que apresentou melhor ajustamento estatístico, permitindo aferir que a amostra desta alternativa é a mais homogênea e a que melhor fundamenta as respostas às questões inicialmente propostas. Ou seja, é aquela que melhor traduz a atual realidade de integração dos cuidados de saúde portugueses.

4.1. Resultados da “first-stage DEA”

Os resultados apresentados na Tabela 4.2 foram obtidos por aplicação do modelo CCR (orientado para os *outputs*) a uma amostra de 20 DMUs e considerando 2 *inputs* (MED e CUSTOS) e 2 *outputs* (CIR/TE e CMED). É de relembrar que o tipo de modelo de DEA utilizado neste trabalho permite maximizar os *outputs*, mantendo inalterados os *inputs*, e assumir que um aumento de *inputs* resultará num aumento proporcional de *outputs* (Norman & Stoker, 1991).

Tabela 4.2 – Scores de eficiência obtidos por aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* a uma amostra de 20 DMUs (via SIAD)

	DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta* ⁹
ULS originais	DMU1	1	0,574179	0,71291	1,004257
	DMU2	0,971999	0,691156	0,640421	0,902144
	DMU3	1	1	0,5	0,704336
	DMU4	0,689489	0,856934	0,416278	0,586399
	DMU5	0,946553	0,674683	0,635935	0,895824
	DMU6	1	0,670133	0,664933	0,936673
	DMU7	1	0,810174	0,594913	0,838037
	DMU8	0,611752	1	0,305876	0,430879
ULS sintéticas	DMU9	1	0,769196	0,615402	0,8669
	DMU10	0,850224	0,676998	0,586613	0,826346
	DMU12	1	0,719761	0,640119	0,901719
	DMU13	0,941441	0,613929	0,663756	0,935014
	DMU18	1	0,580224	0,709888	1
	DMU19	1	0,686916	0,656542	0,924853
	DMU20	0,618415	1	0,309208	0,435572
	DMU21	0,751361	0,886762	0,432299	0,608968
	DMU22	0,581355	1	0,290677	0,409469
	DMU24	0,791127	0,774992	0,508067	0,7157
	DMU25	0,775785	0,825723	0,475031	0,669163
	DMU27	0,828064	0,812277	0,507894	0,715456

Os valores da Tabela 4.2 permitem responder à questão H1, ou seja, eles mostram que as DMUs 1, 3, 6 e 7 (ULS do Alto Minho, ULS de Matosinhos, ULS do Norte Alentejano e ULS do Litoral Alentejano, respetivamente) são as mais eficientes (*score*

⁹ Composta* = Eficiência composta normalizada.

padrão igual a 1), entre as ULS originais, enquanto que as unidades mais eficientes entre as ULS sintéticas são as DMUs 9, 12, 18 e 19 (ACES de Esposende/Barcelos + Hospital de Santa Maria Maior, ACES + CH da Póvoa de Varzim/Vila de Conde, ACES + CH da Cova da Beira e ACES Pinhal Litoral + CH de Leiria, respetivamente).

Ainda sobre os valores de eficiência obtidos, é de notar que a ULS com o *score* de eficiência padrão mais baixo é a do Baixo Alentejo (DMU8), o que não é de estranhar dado que a Entidade Reguladora da Saúde (2015) já tinha demonstrado que esta unidade era a única ULS que não apresentava valores de eficiência de funcionamento em rede (ao nível da interação entre CSP e hospitalares) superiores às das restantes instituições da ARS onde estava inserida. Note-se ainda que o Hospital de Santa Maria Maior (que faz parte da DMU9) já tinha sido identificado como uma das instituições mais eficientes, entre 16 unidades de saúde, por parte de Gomes (2015).

Analisando a Tabela 3.3, verifica-se também que o valor médio do *input* MED chega a ser menor nas ULS originais do que nas ULS sintéticas. Este resultado está de acordo com o reportado já pela Entidade Reguladora da Saúde (2015), no contexto dos cuidados hospitalares. Esta entidade conseguiu demonstrar que as áreas abrangidas por ULS exibem um menor rácio de médicos por população do que as áreas não abrangidas por ULS. No caso particular dos CSP, a ERS verificou o inverso: as ULS dispõem de um maior rácio de médicos por população comparativamente ao das áreas não abrangidas.

No que diz respeito ao *output* CIR/TE, os valores médios entre as ULS originais e sintéticas são relativamente próximos (Tabela 3.3), apesar destas unidades apresentarem quantidades praticamente opostas de médicos, custos e consultas médicas. Esta evidência não é invulgar, na medida em que a Entidade Reguladora da Saúde (2015) já tinha demonstrado, com base em dados de 2010 a 2013, que o tempo médio de espera para cirurgia e o número de cirurgias com tempo de espera superior ao TMRG¹⁰ (tempo máximo de resposta garantido) são independentes do facto da instituição estar ou não integrada em ULS. Para além disso, o mesmo relatório não permitiu encontrar diferenças significativas entre estabelecimentos integrados em ULS e não integrados, no que diz respeito ao acesso a cirurgias, em termos médios.

¹⁰ “A Portaria n.º 1529/2008, de 26 de dezembro, estabelece os tempos máximos de resposta garantidos (TMRG) para o acesso a cuidados de saúde para os vários tipos de prestações sem carácter de urgência designadamente ambulatório dos centros de saúde, cuidados domiciliários, consultas externas hospitalares, MCDT e cirurgia programada” (Entidade Reguladora da Saúde, 2015).

4.2. Resultados da “second-stage DEA”

Os estudos de eficiência através do DEA podem ser efetuados em duas fases distintas através do uso de modelos e/ou métodos econométricos para estimar a relação entre recursos e resultados de eficiência. De acordo com Ray (1988), a principal vantagem de aplicar uma regressão numa “second-stage DEA” resume-se ao desenvolvimento de uma forma funcional de $f(x)$ que permite determinar (estocasticamente) a produtividade máxima do nível de *output* a partir de um conjunto de *inputs* observados para qualquer nível de produtos não-discrecionários.

Assim sendo, e considerando os *scores* de eficiência padrão indicados na Tabela 4.2, estimou-se um modelo de regressão linear múltipla, através do método OLS (e via STATA), cujos resultados podem ser consultados na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Estimação do modelo de regressão linear múltipla, através do método OLS, onde a variável dependente corresponde ao *score* de eficiência padrão (SCORE), enquanto que as variáveis independentes correspondem ao tipo de unidade (TIPO, 1 se ULS sintética ou 0 se ULS original), ao tipo de localização (LOCAL, 1 se no litoral ou 0 se no interior do país) e ao número de camas (LOT) de cada instituição de saúde

Variável	Coeficiente	Desvio-Padrão	$P > z $	Intervalo de confiança (95%)	
<i>1.tipo</i>	-0,1160837	0,0447711	0,020	-0,2109941	-0,0211733
<i>1.local</i>	0,1798478	0,0543202	0,004	0,0646941	0,2950015
<i>lot</i>	-0,0003147	0,0002712	0,263	-0,0008897	0,0002603
<i>_cons</i>	0,9138942	0,0987883	0,000	0,7044724	1,123316
Testes estatísticos					
<i>F (3, 16)</i>	9,13				
<i>Prob > F</i>	0,0009				
<i>R-squared</i>	0,3313				

Considerando os resultados da Tabela 4.3, formalizou-se então o modelo de regressão linear múltipla da seguinte forma:

$$SCORE_{Eficiência} = 0.9139 - 0.1161 TIPO + 0.1798 LOCAL - 0.0003 LOT + u \quad (6)$$

Desde já, salienta-se, e tal como demonstrado no ANEXO E, que o modelo estimado neste trabalho cumpre todos os pressupostos exigidos: (1) ausência de multicolinearidade entre as variáveis explicativas, o que significa que as variáveis

independentes são não correlacionadas; (2) presença de homocedasticidade, onde os erros são variáveis aleatórias de variância constante; (3) as variáveis aleatórias são independentes; (4) amostra representativa; (5) linearidade e (6) normalidade. A par disso, 33,13% ($R^2 = 0,3313$) da variação do *score* de eficiência técnica da DMU $_i$ (onde $i \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 27\}$), em relação à sua média amostral, pode ser explicada pelo modelo de regressão estimado (Equação 6) e que esta regressão é globalmente significativa ($0,0009 < \alpha = 0,05$).

Assim sendo, e tendo por base os resultados obtidos, verifica-se que as ULS sintéticas apresentam, em média, um *score* de eficiência técnica de 0,1161 mais baixo do que as ULS originais, mantendo-se tudo o resto constante. Esta variável revelou ser estatisticamente significativa a 5% ($p = 0,020 < \alpha = 0,05$), o que significa que as ULS originais podem ser consideradas como as mais eficientes, ou não fossem as ULS estruturas estratificadas e piramidais, onde os CSP constituem a primeira resposta e a mais próxima das populações, seguida de uma eventual referência para os cuidados hospitalares e/ou especializados (Ramsay et al., 2009; Santana & Costa, 2008; Santana et al., 2009). Desta forma, consegue-se responder à segunda questão deste trabalho (H2).

Apesar das ULS originais constituírem instituições verticalmente integradas, a verdade é que já existem estudos que mostram que a integração de instituições de saúde afeta positivamente a eficiência técnica destas últimas (Evans et al., 2013; Santana & Costa, 2008; Santana et al., 2009), à semelhança do que é verificado aqui. Na verdade, com este tipo de organização, estas instituições conseguem fazer uma melhor utilização e alocação dos seus recursos e/ou fatores de produção, garantindo assim uma maior eficiência. K. Lee & Wan (2002) já tinham demonstrado isso mesmo, ao ponto de terem conseguido identificar uma relação positiva entre a integração clínica estrutural e a eficiência-custo do processo produtivos de cuidados de saúde. Kontodimopoulos et al. (2007) e Lionis et al. (2009) também partilham dessa opinião, nomeadamente no que diz respeito à temática da integração dos CSP. Ambos defendem que a integração de cuidados na saúde permite salvaguardar a equidade, a eficiência e a relação custo-eficácia das instituições de saúde.

Um outro aspeto a referir, e relacionado com o facto das ULS originais serem mais eficientes do que as sintéticas, é a presença de economias de escala. À semelhança do já referido no ponto 2.2.3, as organizações verticalmente integradas (como é o caso das ULS

originais) permitem a coordenação de diferentes níveis de cuidados e economias de escala (Entidade Reguladora da Saúde, 2015; Santana et al., 2009). De acordo com K.-H. Lee et al. (2009), as economias de escala melhoram a eficiência técnica da produção hospitalar e, por esta razão, não é descabido o facto das ULS originais apresentarem, neste trabalho, maior eficiência técnica.

Torna-se também pertinente analisar os resultados deste trabalho com os reportados pela Entidade Reguladora da Saúde (2015), onde se concluiu que os hospitais não integrados em ULS são, em geral, mais eficientes do que os hospitais não integrados em ULS. A evidente desarmonia de resultados existente entre esta investigação e o relatório da ERS é justificada, sobretudo, pelas diferentes metodologias usadas em ambos os trabalhos e pelo facto de nenhuma variável associado ao internamento ter sido considerada neste trabalho, variável essa que foi uma das principais causas apontadas às observações relatadas pela ERS.

A localização das unidades também foi levada em conta na “*second-stage* DEA”, através da inserção da variável *dummy* LOCAL (ver Tabela 3.4). Na realidade, o ambiente (como o clima, o ambiente territorial, a proximidade litoral, etc.) em que uma instituição de saúde opera pode influenciar a sua eficiência se as outras instituições prestarem serviços em diferentes ambientes com vantagem competitiva (Kontodimopoulos et al., 2007; Meneses, 2013; Menezes et al., 1997). Tal facto é evidente no modelo estimado. Através dos resultados obtidos, verifica-se que a variável referente à localização é estatisticamente significativa a 5% ($p = 0,004 < \alpha = 0,05$), o que significa que o local afeta a eficiência das unidades de saúde. Concluiu-se ainda que as ULS localizadas no litoral (ou zona urbana) apresentam, em média, um *score* de eficiência de 0,1798 mais elevado do que as do interior do país (ou zona rural) – resposta à terceira questão (H3) – corroborando assim os estudos de K. Lee & Wan (2003) e Menezes et al. (1997), onde ambos os trabalhos reportam uma maior eficiência nas instituições das regiões urbanas. As razões associadas ao aumento desta eficiência são atribuídas, essencialmente, ao aumento da competição no mercado local (K. Lee & Wan, 2003) e à existência de uma maior quantidade e/ou diversidade de recursos e à maior possibilidade de *outsourcing* nas regiões urbanas (Menezes et al., 1997).

Relativamente à lotação (LOT), verifica-se que esta variável não é estatisticamente significativa ($p = 0,263 > \alpha = 0,05$) e, por conseguinte, não tem influência na

eficiência das unidades, ou seja, os rendimentos são constantes à escala – resposta à quarta questão (H4). No entanto, há uma tendência para que o aumento de uma cama corresponda à diminuição do *score* de eficiência em cerca de 0,0003, mantendo-se tudo o resto constante. Apesar destes resultados serem corroborados por alguns autores (K.-H. Lee et al., 2009; Vieira, 1997), existem outros que mostraram que o número de camas influencia a eficiência das instituições de saúde (Gannon, 2005; Herr, 2008).

De uma forma geral, a integração vertical de cuidados de saúde, materializada através das ULS, parece ser uma boa estratégia para a melhoria da saúde pública, para aumentar a oferta de cuidados de saúde para a população e para melhorar a eficiência (técnica) na saúde, tal como é demonstrado neste estudo.

CAPÍTULO 5

Conclusões

Até há pouco tempo atrás, a oferta de cuidados de saúde estava distribuída por diferentes organizações que operavam isoladamente no mercado de prestação de cuidados de saúde. Em resposta a estes problemas de fragmentação, e um pouco no âmbito das reformas introduzidas nos finais do século XX nos sistemas de saúde, as unidades de saúde começaram a transformar os seus processos de prestação de serviços e as suas relações em organizações integradas. Na verdade, o conceito de integração de cuidados surge com o intuito de reduzir custos, melhorar a interligação entre os diferentes níveis de cuidados e proporcionar um melhor atendimento e acesso aos cuidados de saúde e, por conseguinte, melhorar a eficiência das instituições de saúde. No caso particular de Portugal, este conceito ganhou relevância principalmente com a constituição das ULS – integração vertical – e dos CH – integração horizontal.

Vários são os autores que têm acompanhado a evolução destas reformas, analisando a influência do tipo de gestão e financiamento sobre a eficiência das instituições de saúde “reformadas” e/ou integradas. No entanto, no caso particular das ULS, o número de estudos sobre a eficiência das mesmas ainda é bastante escasso, lacuna essa que este trabalho veio, de certa forma, tentar colmatar. Por outras palavras, neste estudo, analisou-se a eficiência técnica entre 8 ULS originais e a alternativa de prestação de cuidados de saúde através de ACES organicamente independentes dos hospitais, por aplicação do modelo CCR (orientado para os *outputs*) do DEA – “*first-stage* DEA” – e por estimação de um modelo de regressão linear múltipla, através do método OLS – “*second-stage* DEA”.

Após recolha, tratamento e análise de todos os dados, concluiu-se que as ULS originais são significativamente mais eficientes do que a alternativa de prestação de cuidados de saúde através dos ACES organicamente independentes dos CH/hospitais (ou seja, do que as ULS sintéticas). Esta evidência mostra que as estruturas estratificadas e piramidais, pelas quais se caracterizam as ULS, constituem uma via para melhorar a eficiência no setor da saúde, nomeadamente ao nível da coordenação e/ou interligação entre os diferentes níveis de cuidados.

No que diz respeito à localização das unidades de saúde, o presente estudo permitiu aferir que a localização influencia significativamente a eficiência das respetivas instituições, na medida em que as ULS localizadas no litoral foram as que apresentaram um *score* de eficiência mais elevado do que as unidades localizadas no interior de Portugal. Esta observação está associada principalmente às diferentes vantagens competitivas verificadas em diferentes regiões do país.

Foi verificado também, neste trabalho, que a lotação (ou o número de camas) de cada unidade analisada não tem influência sobre a eficiência das instituições em estudo. Apesar de alguns estudos apoiarem esta evidência, existem outros que contrariam.

Apesar deste trabalho vir colmatar uma lacuna que existia até então, no âmbito da eficiência de ULS, a verdade é que ainda é necessário continuar a desenvolver mais investigações sobre esta temática. Neste sentido, são sugeridas, de seguida, outras propostas de trabalho nesta vertente:

- Desenvolvimento de outras análises de eficiência de ULS com outros *inputs* e *outputs*. Por exemplo, seria interessante avaliar o efeito da inclusão de uma variável associada ao internamento, uma vez que, neste trabalho, tal situação não foi possível concretizar. Na verdade, a seleção de variáveis para este estudo foi bastante criteriosa, uma vez que um grande número de *inputs* e *outputs* reduziria a capacidade do DEA para distinguir as unidades eficientes e ineficientes, tal como já foi argumentado anteriormente.
- Análise da eficiência técnica de ULS longitudinalmente, ou seja, ao longo de vários anos. Esta opção de trabalho permitira obter conclusões mais concretas e sustentadas sobre a temática em causa.

Todavia, existe uma única certeza: é necessário aumentar a eficiência das instituições de saúde portuguesas e, por conseguinte, do sistema de saúde e apostar sobretudo em medidas de promoção e prevenção da saúde. Para tal, este trabalho permitiu demonstrar que as ULS (devidamente planeadas e organizadas) poderão vir a constituir uma via para o aumento da eficiência no setor da saúde. É chegada a altura de privilegiar os CSP em detrimento dos cuidados hospitalares, assim como reforçar a mudança do paradigma hospitalocêntrico. De facto, as ULS (umas melhores do que outras) traduzem essa ideia, embora a eficácia da sua implementação possa ser eventualmente discutida.

BIBLIOGRAFIA

- Ackerman, F. K. (1992). The movement toward vertically integrated regional health systems. *Health care management review*, 17(3), 81–8.
- Alirezade, M., & Howland, M. (1998). Sampling size and efficiency bias in data envelopment analysis. *Advances in Decision Sciences*, 2(1), 51–64.
- Almeida, Á. (2016). Os atrasos na saúde - Artigo de Opinião. Obtido 12 de Agosto de 2016, de <https://www.publico.pt/sociedade/noticia/os-atrasos-na-saude-1741021>
- Almeida, Á., & Figue, J. P. (2011). Evaluating Hospital Efficiency Adjusting for Quality Indicators: an Application to Portuguese NHS Hospitals. *FEP Working Papers*.
- Alves, F. (2012). *A Eficiência Tecnológica dos Hospitais do Norte, no contexto do Sistema de Saúde Português*. Faculdade de Economia da Universidade do Porto.
- Amado, C. A., & Santos, S. P. (2009). Challenges for performance assessment and improvement in primary health care: the case of the Portuguese health centres. *Health policy (Amsterdam, Netherlands)*, 91(1), 43–56.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092.
- Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W., Swarts, J., & Thomas, D. A. (1989). An introduction to data envelopment analysis with some of its models and their uses. *Research in governmental and nonprofit accounting*, 5, 125–163.
- Banker, R. D., & Natarajan, R. (2007). Evaluating Contextual Variables Affecting Productivity Using Data Envelopment Analysis. *Operations Research*, 56(1), 48–58.
- Barbetta, G., Turati, G., & Zago, A. (2001). On the impact of ownership structure and hospital efficiency in Italy. Em *European workshop on efficiency and productivity*. University of Oviedo.
- Barros, P. P. (2014). *Economia da Saúde*. Almedina.
- Burns, L. R., & Pauly, M. V. (2002). Integrated delivery networks: a detour on the road to integrated health care? *Health affairs*, 21(4), 128–43.
- Byrne, M. M., & Ashton, C. M. (1999). Incentives for vertical integration in healthcare: the effect of reimbursement systems. *Journal of healthcare management / American*

- College of Healthcare Executives*, 44(1), 34–44.
- Campos, A. C. de. (2003). Hospital-empresa: crónica de um nascimento retardado. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 21(1), 23–33.
- Campos, A. C. de. (2008). *Reformas da Saúde: o fio condutor*. Almedina.
- Carrasqueira, H., Teotónio, I., Carrasco, P., & Rebelo, S. (2010). Aplicação da metodologia DEA na análise do desempenho de núcleos científicos numa instituição de ensino. *Dos Algarves*, (19), 3–17.
- Carriço, A. C. (2012). *Eficiência dos Agrupamentos de Centros de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo: uma abordagem por Data Envelopment Analysis*. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.
- Carvalho, M. J. (2013). *Gestão em Saúde em Portugal: Uma década perdida*. Vida Económica Editorial.
- Chang, H., Chang, W.-J., Das, S., & Li, S.-H. (2004). Health care regulation and the operating efficiency of hospitals: Evidence from Taiwan. *Journal of Accounting and Public Policy*, 23(6), 483–510.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444.
- Clement, J. (1988). Vertical integration and diversification of acute care hospitals: conceptual definitions. *Hospital & health services administration*, 33(1), 99–110.
- Clement, J. P., Valdmanis, V. G., Bazzoli, G. J., Zhao, M., & Chukmaitov, A. (2008). Is more better? An analysis of hospital outcomes and efficiency with a DEA model of output congestion. *Health care management science*, 11(1), 67–77.
- Coddington, D. C., Moore, K. D., & Fischer, E. A. (1996). Vertical integration: is the bloom off the rose? *The Healthcare Forum journal*, 39(5), 42–7.
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. New York: Springer Science & Business Media.
- Conrad, D. A., & Dowling, W. L. (1990). Vertical integration in health services: theory and managerial implications. *Health care management review*, 15(4), 3–40.
- Conrad, D. A., & Shortell, S. M. (1996). Integrated health systems: promise and performance. *Frontiers of health services management*, 13(1), 3–40–8.
- Cook, W. D., & Seiford, L. M. (2009). Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years

- on. *European Journal of Operational Research*, 192(1), 1–17.
- Creteur, M., Pochet, Y., Pouplier, I., & Closon, M.-C. (2002). Organisational performance evaluation: application to Belgian hospitals. *International Journal of Healthcare Technology and Management*, 4(1–2), 148–179.
- Dalmau-Atarrodona, E., & Puig-Junoy, J. (1998). Market Structure and Hospital Efficiency: Evaluating Potential Effects of Deregulation in a National Health Service. *Review of Industrial Organization*, 13(4), 447–466.
- Decreto-Lei n.º 124/2011 de 29 de dezembro, Pub. L. No. 249, Diário da República, 1.^a série (2011).
- Decreto-Lei n.º 207/99, de 9 de junho, Pub. L. No. 133, Diário da República, I Série–A (1999).
- Decreto-Lei n.º 28/2008, de 22 de fevereiro, Pub. L. No. 38, Diário da República, 1.^a série (2008).
- Decreto-Lei n.º 284/99, de 26 de julho, Pub. L. No. 172, Diário da República, Série I–A (1999).
- Decreto-Lei n.º 298/2007, de 22 de agosto, Pub. L. No. 161, Diário da República, 1.^a série (2007).
- Decreto-Lei n.º 318/2009, de 12 de novembro, Pub. L. No. 212, Diário da República, 1.^a série (2009).
- Decreto-Lei n.º 60/2003, de 1 de abril, Pub. L. No. 77, Diário da República, Série I–A (2003).
- Decreto-Lei n.º 93/2005, de 7 de junho, Pub. L. No. 109, Diário da República, I Série–A (2005).
- Despacho Normativo n.º 9/2006, de 16 de fevereiro, Pub. L. No. 34, Diário da República, I Série–B (2006).
- Dismuke, C. E., & Sena, V. (1999). Has DRG payment influenced the technical efficiency and productivity of diagnostic technologies in Portuguese public hospitals? An empirical analysis using parametric and non-parametric methods. *Health Care Management Science*, 2(2), 107–116.
- Draper, D. A., Solti, I., & Ozcan, Y. A. (2000). Characteristics of health maintenance organizations and their influence on efficiency. *Health Services Management Research*, 13(1), 40–56.

- Entidade Reguladora da Saúde. (2011). Análise da Sustentabilidade Financeira do Serviço Nacional da Saúde. Obtido de https://www.ers.pt/uploads/writer_file/document/36/Relatorio_Sustentabilidade_do_SNS.pdf
- Entidade Reguladora da Saúde. (2015). Estudo sobre o desempenho das Unidades Locais de Saúde. Obtido de https://www.ers.pt/pages/18?news_id=1096
- Escoval, A. (2003). *Evolução da administração pública da saúde: o papel da contratualização: factores críticos do contexto português*. ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa.
- Evans, J., Baker, G., Berta, W., & Barnsley, J. (2013). The Evolution of Integrated Healthcare Strategies. *Academy of Management Proceedings*, 2013(1), 13931–13931.
- Evans, R. (1971). Behavioural Cost Functions for Hospitals. *The Canadian Journal of Economics*, 4(2), 198–215.
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253.
- Ferrier, G. D., Rosko, M. D., & Valdmanis, V. G. (2006). Analysis of uncompensated hospital care using a DEA model of output congestion. *Health Care Management Science*, 9(2), 181–188.
- Field, K., & Emrouznejad, A. (2003). Measuring the Performance of Neonatal Care Units in Scotland. *Journal of Medical Systems*, 27(4), 315–324.
- Figueiredo, P. (2010). *Avaliação de Desempenho dos Hospitais Portugueses: Aplicação de Métodos Não-Paramétricos*. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.
- Fried, H., Lovell, C., & Schmidt, S. (2008). Efficiency and productivity. Em *Efficiency and productivity. The measurement of productive efficiency and productivity growth* (pp. 3–91). Oxford University Press.
- Gannon, B. (2005). Testing for variation in technical efficiency of hospitals in Ireland. *Economic and Social Review*, 36(3), 273–294.
- Giuffrida, A., & Gravelle, H. (2001). Measuring performance in primary care: econometric analysis and DEA. *Applied Economics*, 33(2), 163–175.
- Golany, B., & Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega*, 17(3), 237–

250.

- Gomes, E. (2015). *Eficiência de unidades hospitalares no âmbito dos novos modelos de gestão: aplicação da metodologia Data Envelopment Analysis*. Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Aveiro, Universidade de Aveiro.
- Gonçalves, L. (2008). *Análise da Eficiência dos Hospitais SA e SPA segundo uma Abordagem de Fronteira de Eficiência*. ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa.
- Gröne, O., & Garcia-Barbero, M. (2001). Integrated care: a position paper of the WHO European Office for Integrated Health Care Services. *International journal of integrated care*, 1(1), 1–10.
- Harfouche, A. (2005). *Impacto na performance do hospital transformado em sociedade anónima: um estudo comparativo*. Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, Universidade de Lisboa.
- Harfouche, A. (2008). *Hospitais transformados em empresas. Análise do impacto na eficiência: estudo comparativo*. Lisboa: Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas.
- Harfouche, A. (2010). *Opções políticas em saúde: Efeitos sobre a eficiência hospitalar*. Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, Universidade de Lisboa.
- Harrison, J. P., Coppola, M. N., & Wakefield, M. (2004). Efficiency of Federal Hospitals in the United States. *Journal of Medical Systems*, 28(5), 411–422.
- Helmig, B., & Lapsley, I. (2001). On the efficiency of public, welfare and private hospitals in Germany over time: a sectoral data envelopment analysis study. *Health services management research*, 14(4), 263–74.
- Herr, A. (2008). Cost and technical efficiency of German hospitals: does ownership matter? *Health Economics*, 17(9), 1057–1071.
- Hoff, A. (2007). Second stage DEA: Comparison of approaches for modelling the DEA score. *European Journal of Operational Research*, 181(1), 425–435.
- Hofmarcher, M., Oxley, H., & Rusticelli, E. (2007). *Improved Health System Performance through better Care Coordination*. OECD Publishing.
- Hollingsworth, B. (2003). Non-parametric and parametric applications measuring efficiency in health care. *Health care management science*, 6(4), 203–218.
- Hollingsworth, B. (2008). The measurement of efficiency and productivity of health care delivery. *Health economics*, 17(10), 1107–28.

- Hollingsworth, B., Dawson, P. J., & Maniadakis, N. (1999). Efficiency measurement of health care: a review of non-parametric methods and applications. *Health Care Management Science*, 2(3), 161–172.
- Hospital: definição e classificação - Portal da Codificação Clínica e dos GDH. (2010). Obtido 4 de Janeiro de 2016, de http://portalcodgdh.min-saude.pt/index.php/Hospital:_defini%C3%A7%C3%A3o_e_classifica%C3%A7%C3%A3o#cite_note-0
- Jacobs, R. (2001). Alternative Methods to Examine Hospital Efficiency: Data Envelopment Analysis and Stochastic Frontier Analysis. *Health Care Management Science*, 4(2), 103–115.
- Jacobs, R., Smith, P., & Street, A. (2006). *Measuring Efficiency in Health Care: Analytic Techniques and Health Policy*. Cambridge University Press.
- Ji, Y., & Lee, C. (2010). Data envelopment analysis. *The Stata Journal*, 2(10), 267–280.
- Kontodimopoulos, N., Moschovakis, G., Aletras, V. H., Niakas, D., Abel-Smith, B., Calltorp, J., Lionis, C. (2007). The effect of environmental factors on technical and scale efficiency of primary health care providers in Greece. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 5(14).
- Kooreman, P. (1994). Data envelopment analysis and parametric frontier estimation: complementary tools. *Journal of Health Economics*, 13(3), 345–346.
- Lee, K.-H., Yang, S.-B., & Choi, M. (2009). The Association between Hospital Ownership and Technical Efficiency in a Managed Care Environment. *Journal of Medical Systems*, 33(4), 307–315.
- Lee, K., & Wan, T. (2002). Effects of hospitals' structural clinical integration on efficiency and patient outcome. *Health Services Management Research*, 15(4), 234–244.
- Lee, K., & Wan, T. (2003). Information system integration and technical efficiency in urban hospitals. *International Journal of Healthcare Technology and Management*, 5(6), 452–462.
- Lei n.º 27/2002, de 8 de novembro, Pub. L. No. 258, Diário da República, I Série–A (2002).
- Lei n.º 48/90, de 24 de agosto, Pub. L. No. 195, Diário da República, Série I (1990).
- Lionis, C., Symvoulakis, E. K., Markaki, A., Vardavas, C., Papadakaki, M., Daniilidou,

- N., Kyriopoulos, I. (2009). Integrated primary health care in Greece, a missing issue in the current health policy agenda: a systematic review. *International Journal of Integrated Care*, 9(3).
- Luoma, K., Järviö, M. L., Suoniemi, I., & Hjerpe, R. T. (1996). Financial incentives and productive efficiency in Finnish health centres. *Health economics*, 5(5), 435–45.
- Maciel, J., Carvalho, B., Maia, C., Gonçalves, G., Penedo, J., Almeida, J., ... Costa, P. (2015). *Rede Nacional de Especialidade Hospitalar e de Referência de Cirurgia Geral*. Lisboa. Obtido de <http://www.acss.min-saude.pt/Portals/0/RHRCirurgiaGeral.pdf>
- Marques, R., & Silva, D. (2006). Inferência estatística dos estimadores de eficiência obtidos com a técnica fronteira não paramétrica de DEA: uma metodologia de Bootstrap. *Investigação Operacional*, 6(1), 89–110.
- Matos, I. (2013). *Análise comparativa do impacto das ULS (Unidade Locais de Saúde) e dos ACeS (Agrupamentos de Centros de Saúde) no processo de articulação entre os cuidados de saúde primários e os cuidados de saúde hospitalares*. Escola Nacional de Saúde Pública. Universidade Nova de Lisboa.
- McDonald, J. (2009). Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses. *European Journal of Operational Research*, 197(2), 792–798.
- Mello, J., Meza, L., Gomes, E., & Neto, L. (2005). Curso de análise envoltória de dados. Em XXXVII Simpósio brasileiro de pesquisa operacional.
- Meneses, G. (2013). *O Sector Empresarial Local: Uma Análise do Ponto de Vista da Eficiência Aplicada ao Sector de Distribuição de Água*. Faculdade de Economia da Universidade do Porto.
- Menezes, A., Forjaz, M., José, R., & Vieira, C. (1997). *Uma Análise (Regional) com base num Modelo de Fronteira Estocástica*. Universidade dos Açores.
- Meza, L., Biondi Neto, L., Mello, J., & Gomes, E. (2005). ISYDS- Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio a Decisão): a software package for data envelopment analysis model. *Pesquisa Operacional*, 25(3), 493–503.
- Mobley, L. R., & Magnussen, J. (2002). The impact of managed care penetration and hospital quality on efficiency in hospital staffing. *Journal of health care finance*, 28(4), 24–42.

- Moreira, S. (2008). Análise da eficiência dos hospitais-empresa: uma aplicação da data envelopment analysis. *Boletim Económico-Banco de Portugal*, (Primavera), 127–150.
- Nahra, T. A., Mendez, D., & Alexander, J. A. (2009). Employing super-efficiency analysis as an alternative to DEA: An application in outpatient substance abuse treatment. *European Journal of Operational Research*, 196(3), 1097–1106.
- Nayar, P., & Ozcan, Y. A. (2008). Data Envelopment Analysis Comparison of Hospital Efficiency and Quality. *Journal of Medical Systems*, 32(3), 193–199.
- Norman, M., & Stoker, B. (1991). *Data envelopment analysis: the assessment of performance*. John Wiley & Sons, Inc.
- Nunamaker, T. R. (1983). Measuring routine nursing service efficiency: a comparison of cost per patient day and data envelopment analysis models. *Health services research*, 18(2 Pt 1), 183–208.
- O'Neill, L., Rauner, M., Heidenberger, K., & Kraus, M. (2008). A cross-national comparison and taxonomy of DEA-based hospital efficiency studies. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42(3), 158–189.
- Oliveira, R. C., & Ferreira, J. S. (2014). *Investigação operacional em ação: casos de aplicação*. *Investigação operacional em ação: casos de aplicação*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Ozcan, Y. A. (1995). Efficiency of hospital service production in local markets: The balance sheet of U.S. medical armament. *Socio-Economic Planning Sciences*, 29(2), 139–150.
- Ozcan, Y. A. (2008). *Health Care Benchmarking and Performance Evaluation* (Vol. 120). Boston, MA: Springer US.
- Pina, V., & Torres, L. (1992). Evaluating the efficiency of nonprofit organizations: an application of data envelopment analysis to the public health service. *Financial Accountability and Management*, 8(3), 213–224.
- Ramalho, E. A., Ramalho, J. J. S., & Henriques, P. D. (2010). Fractional regression models for second stage DEA efficiency analyses. *Journal of Productivity Analysis*, 34(3), 239–255.
- Ramsay, A., Fulop, N., & Edwards, N. (2009). The Evidence Base for Vertical Integration in Health Care. *Journal of Integrated Care*, 17(2), 3–12.

- Ray, S. (1988). Data envelopment analysis, nondiscretionary inputs and efficiency: an alternative interpretation. *Socio-Economic Planning Sciences*, 22(4), 167–176.
- Rebelo, C. (2014). *As Parcerias-Público Privadas na Saúde em Portugal: Análise Crítica*. Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, Universidade de Lisboa.
- Rego, G. (2011). *Gestão empresarial dos serviços públicos: uma aplicação ao sector da saúde*. Grupo Editorial Vida Económica.
- Rego, G., Nunes, R., & Costa, J. (2010). The challenge of corporatisation: the experience of Portuguese public hospitals. *The European Journal of Health Economics*, 11(4), 367–381.
- Reis, V. (2005). Vamos reconstruir o arquipélago? *Revista Prémio*, 45.
- Rollins, J., Lee, K., Xu, Y., & Ozcan, Y. A. (2001). Longitudinal study of health maintenance organization efficiency. *Health Services Management Research*, 14(4), 249–262.
- Rosenman, R., & Friesner, D. (2004). Scope and scale inefficiencies in physician practices. *Health economics*, 13(11), 1091–1116.
- Sahin, I., & Ozcan, Y. A. (2000). Public Sector Hospital Efficiency for Provincial Markets in Turkey. *Journal of Medical Systems*, 24(6), 307–320.
- Santana, R., & Costa, C. (2008). A integração vertical de cuidados de saúde: aspectos conceptuais e organizacionais. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 7, 29–56.
- Santana, R., Costa, C., Marques, P., & Lopes, S. (2009). *Definição de um modelo de acompanhamento da actividade desenvolvida pelas Unidades Locais de Saúde e monitorização da modalidade de pagamento aplicada às Unidades Locais de Saúde em 2009*. Escola Nacional de Saúde Pública, Lisboa.
- Sexton, T., Leiken, A., Nolan, A., & Liss, S. (1989). Evaluating managerial efficiency of Veterans Administration medical centers using Data Envelopment Analysis. *Medical Care*, 27(12), 1175–1188.
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*, 136(1), 31–64.
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2011). Two-stage DEA: caveat emptor. *Journal of Productivity Analysis*, 36(2), 205–218.
- Simões, J. A. (2004). As parcerias público-privadas no sector da saúde em Portugal.

- Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 4, 79–90.
- Simões, P., & Marques, R. C. (2009). Performance and congestion analysis of the portuguese hospital services. *Central European Journal of Operations Research*, 19(1), 39–63.
- Sola, M., & Prior, D. (2001). Measuring Productivity and Quality Changes Using Data Envelopment Analysis: An Application to Catalan Hospitals. *Financial Accountability and Management*, 17(3), 219–245.
- Stille, C. J., Jerant, A., Bell, D., Meltzer, D., & Elmore, J. G. (2005). Coordinating Care across Diseases, Settings, and Clinicians: A Key Role for the Generalist in Practice. *Annals of Internal Medicine*, 142(8), 700–708.
- Szczepura, A., Davies, C., Fletcher, J., & Boussofiane, A. (1993). Efficiency and Effectiveness in General Practice. *Journal of Management in Medicine*, 7(5), 36–47.
- Teixeira, A. R. (2015). *Modelação da Eficiência e Eficácia das Unidade de Saúde em Portugal - uma aplicação ao Agrupamento de Centros de Saúde entre Douro e Vouga II - Aveiro Norte*. Faculdade de Economia, Universidade do Porto.
- Thaldorf, C., & Liberman, A. (2007). Integration of health care organizations: using the power strategies of horizontal and vertical integration in public and private health systems. *The health care manager*, 26(2), 116–27.
- Thanassoulis, E., Boussofiane, A., & Dyson, R. . (1995). Exploring output quality targets in the provision of perinatal care in England using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 80(3), 588–607.
- Tribunal de Contas. (2006). Relatório Global de Avaliação do Modelo de Gestão dos Hospitais do SEE. Lisboa: Relatório n.º 20/06. Obtido de <http://www.portaldasaude.pt/NR/rdonlyres/E0D2B43C-917D-4076-B581-4697BB2B7315/0/auditdgtcrel02020062svol1.pdf>
- Tyler, L. H., Ozcan, Y. A., & Wogen, S. E. (1995). Mental health case management and technical efficiency. *Journal of medical systems*, 19(5), 413–23.
- Valdmanis, V., Kumanarayake, L., & Lertiendumrong, J. (2004). Capacity in Thai public hospitals and the production of care for poor and nonpoor patients. *Health services research*, 39(6 Pt 2), 2117–34.
- Varanda, J. (2004). Hospitais: a longa marcha da empresarialização. *Revista Portuguesa*

- de Saúde Pública*, 4, 57–63.
- Vieira, M. (1997). Eficiência técnica hospitalar: estudo comparativo. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 15, 53–63.
- Wan, T., Lin, B. Y.-J., & Ma, A. (2002). Integration Mechanisms and Hospital Efficiency in Integrated Health Care Delivery Systems. *Journal of Medical Systems*, 26(2), 127–143.
- Wang, B. B., Ozcan, Y. A., Wan, T., & Harrison, J. (1999). Trends in Hospital Efficiency Among Metropolitan Markets. *Journal of Medical Systems*, 23(2), 83–97.
- Wooldridge, J. M. (2015). *Introductory econometrics: A modern approach*. Nelson Education.
- World Health Organization. (2008). *The World Health Report 2008 - Primary Health Care (Now More Than Ever)*. Geneva.
- Xue, M., & Harker, P. T. (1999). Overcoming the Inherent Dependency of DEA Efficiency Scores: A Bootstrap Approach. *Unpublished Working Paper, Wharton Financial Institutions Center, University of Pennsylvania*.
- Yang, Z. (2006). A two-stage DEA model to evaluate the overall performance of Canadian life and health insurance companies. *Mathematical and Computer Modelling*, 43(7), 910–919.
- Young, D. W., & Barrett, D. (1997). Managing clinical integration in integrated delivery systems: a framework for action. *Hospital & health services administration*, 42(2), 255–79.
- Zavras, A. I., Tsakos, G., Economou, C., & Kyriopoulos, J. (2002). Using DEA to Evaluate Efficiency and Formulate Policy Within a Greek National Primary Health Care Network. *Journal of Medical Systems*, 26(4), 285–292.

ANEXOS

ANEXO A – Listagem das unidades hospitalares do SNS

Atualmente, o SNS é composto por todas as unidades hospitalares descritas na Tabela A.1.

Tabela A.1 – Listagem das instituições que compõem a rede hospitalar do SNS¹¹

ARS	Distrito	Instituições
Norte	Viana do Castelo	ULS do Alto Minho, EPE <ul style="list-style-type: none">• Hospital de Santa Luzia – Viana do Castelo• Hospital Conde de Bertiandos – Ponte de Lima
	Bragança	ULS do Nordeste, EPE <ul style="list-style-type: none">• Hospital Distrital de Bragança• Hospital Distrital de Macedo de Cavaleiros• Hospital Distrital de Mirandela
	Braga	Hospital de Santa Maria Maior, EPE
	Braga	Hospital de Braga, PPP
	Braga	Hospital da Senhora da Oliveira Guimarães, EPE¹²
	Vila Real	CH Trás-os-Montes e Alto Douro, EPE <ul style="list-style-type: none">• Hospital de São Pedro – Vila Real• Hospital D. Luiz I – Peso da Régua• Hospital Distrital de Chaves• Hospital de Proximidade de Lamego• Unidade de Cuidados Paliativos – Vila Pouca de Aguiar
	Porto	CH da Póvoa de Varzim/Vila do Conde, EPE <ul style="list-style-type: none">• Hospital da Póvoa de Varzim• Hospital de Vila do Conde
	Porto	CH do Médio Ave, EPE <ul style="list-style-type: none">• Hospital S. João de Deus – Vila Nova de Famalicão• Hospital Conde de S. Bento – Santo Tirso

¹¹ Dados até 31-03-2016, tendo sido recolhidos através das plataformas da ACSS e das respetivas ARS.

¹² O Centro Hospitalar do Alto Ave, EPE, criado pelo Decreto-Lei n.º 50-A/2007, de 28 de fevereiro, passou a denominar-se Hospital da Senhora da Oliveira Guimarães, EPE (em 2015), por desafetação do estabelecimento correspondente ao Hospital de São José – Fafe, que foi objeto de devolução à Misericórdia de Fafe.

	Porto	CH do Tâmega e Sousa, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital S. Gonçalo – Amarante • Hospital Padre Américo – Penafiel
	Porto	ULS de Matosinhos, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital Pedro Hispano – Matosinhos
	Porto	CH de São João, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital de São João • Hospital Nossa Senhora da Conceição - Valongo
	Porto	CH do Porto, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital Santo António • Maternidade Júlio Dinis
	Porto	CH de Vila Nova de Gaia/Espinho, EPE <ul style="list-style-type: none"> • CH de Vila Nova de Gaia (Hospital Eduardo Santos Silva & Hospital Distrital de Gaia) • Hospital Nossa Senhora da Ajuda de Espinho
	Porto	Hospital Magalhães Lemos, EPE
	Porto	Instituto Português de Oncologia Francisco Gentil (Porto), EPE
	Aveiro	CH Entre Douro e Vouga, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital de São Sebastião – Santa Maria da Feira • Hospital São Miguel – Oliveira de Azeméis • Hospital de São João da Madeira
Centro	Aveiro	CH do Baixo Vouga, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital Distrital de Águeda • Hospital Infante D. Pedro – Aveiro • Hospital Visconde de Salreu – Estarreja
	Aveiro	Hospital Dr. Francisco Zagalo – Ovar
	Viseu	CH Tondela-Viseu, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital de São Teotónio – Viseu • Hospital de Cândido Figueiredo – Tondela
	Guarda	ULS da Guarda, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital Sousa Martins – Guarda • Hospital Nossa Senhora da Assunção – Seia
	Coimbra	Hospital Arcebispo João Crisóstomo – Cantanhede
	Coimbra	Centro de Medicina e Reabilitação do Centro – Rovisco Pais
	Coimbra	CH e Universitário de Coimbra, EPE <ul style="list-style-type: none"> • CH Psiquiátrico de Coimbra • CH de Coimbra, EPE • Hospitais da Universidade de Coimbra, EPE
	Coimbra	Instituto Português de Oncologia Francisco Gentil (Coimbra), EPE

	Coimbra	Hospital Distrital Figueira da Foz, EPE
	Castelo Branco	CH da Cova da Beira, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital Pêro da Covilhã • Hospital do Fundão
	Castelo Branco	ULS Castelo Branco, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital Amato Lusitano – Castelo Branco
	Leiria	CH de Leiria, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital de Santo André – Leiria • Hospital Distrital de Pombal • Hospital Bernardino Lopes de Oliveira – Alcobaça
Lisboa e Vale do Tejo	Leiria	CH do Oeste, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital das Caldas da Rainha • Hospital de Peniche • Hospital de Torres Vedras • Hospital do Barro
	Santarém	CH do Médio Tejo, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital Doutor Manoel Constâncio – Abrantes • Hospital Nossa Senhora da Graça – Tomar • Hospital Rainha Santa Isabel – Torres Novas
	Santarém	Hospital Distrital de Santarém, EPE
	Lisboa	Hospital Dr. José de Almeida, PPP – Cascais
	Lisboa	Hospital Professor Doutor Fernando Fonseca, EPE
	Lisboa	Hospital Beatriz Ângelo, PPP – Loures
	Lisboa	Hospital de Vila Franca de Xira, PPP
	Lisboa	CH de Lisboa Norte, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital Pulido Valente • Hospital de Santa Maria
	Lisboa	CH de Lisboa Central, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital de São José • Hospital dos Capuchos • Hospital de Santa Marta • Hospital Dona Estefânia • Hospital Curry Cabral • Maternidade Dr. Alfredo da Costa
	Lisboa	CH de Lisboa Ocidental, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital de Egas Moniz • Hospital de Santa Cruz • Hospital São Francisco Xavier
	Lisboa	CH Psiquiátrico de Lisboa <ul style="list-style-type: none"> • Hospital Júlio de Matos

	Lisboa	Instituto Português de Oncologia Francisco Gentil (Lisboa), EPE
	Lisboa	Instituto de Oftalmologia Dr. Gama Pinto
	Setúbal	CH do Barreiro-Montijo, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital Nossa Senhora do Rosário – Barreiro • Hospital do Montijo
	Setúbal	CH de Setúbal, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital Ortopédico de Santiago do Outão • Hospital São Bernardo – Setúbal
	Setúbal	Hospital Garcia de Orta, EPE – Almada
Alentejo	Setúbal	ULS do Litoral Alentejano, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital do Litoral Alentejano, EPE
	Portalegre	ULS do Norte Alentejano, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital Santa Luzia – Elvas • Hospital Doutor José Maria Grande – Portalegre
	Évora	Hospital Espírito Santo de Évora, EPE
	Beja	ULS do Baixo Alentejo, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital José Joaquim Fernandes – Beja • Hospital de São Paulo – Serpa
Algarve	Faro	CH do Algarve, EPE <ul style="list-style-type: none"> • Hospital de Faro • CH do Barlavento Algarvio (Hospital de Portimão & Hospital de Lagos)

ANEXO B – Classificação dos hospitais/CH e ULS que integram a rede de cirurgia geral

As instituições de saúde que integram a rede de cirurgia geral podem ser divididas em quatro grupos (Maciel et al., 2015):

- **Grupo I** – prestam cuidados de saúde à sua população de influência direta.
- **Grupo II** – prestam assistência à população da sua área de influência direta, de forma idêntica ao que está preconizado para os hospitais do Grupo I, e porque dispõem, de mais valências médicas, mais recursos técnicos e maior diferenciação dos seus recursos humanos, prestam também apoio aos doentes dos hospitais do Grupo I da sua área de influência, e para os quais são hospitais que designamos de referência indireta, segunda linha ou de retaguarda, sempre que esses não tenham os meios adequados para o fazer.
- **Grupo III** – prestam cuidados de saúde à sua população de influência direta, e porque dispõem, de mais valências médicas, mais recursos técnicos e maior diferenciação dos seus recursos humanos, prestam também apoio aos doentes dos hospitais dos Grupos I e II da sua área de influência, e para os quais são hospitais que designamos como de referência indireta, segunda linha ou de retaguarda, sempre que esses não tenham os meios adequados para o fazer.
- **Grupo IV** – hospitais especializados e não têm atribuída população de influência direta.

Na Tabela B.1 é possível consultar também as diferentes unidades de saúde que compõem cada um dos grupos mencionados anteriormente.

Tabela B.1 – Hospitais, Centros Hospitalares e Unidades Locais de Saúde, segundo a Portaria n.º 82/2014, de 10 de abril

Região de Saúde / Instituição Hospitalar	Grupo
Norte	
Hospital da Senhora da Oliveira Guimarães, EPE	I
CH Entre Douro e Vouga, EPE	
CH Médio Ave, EPE	
CH Póvoa do Varzim/Vila do Conde, EPE	
CH Tâmega e Sousa, EPE	
Hospital Santa Maria Maior, EPE	
ULS Alto Minho, EPE	
ULS Matosinhos, EPE	
ULS Nordeste, EPE	
CH Trás-os-Montes e Alto Douro, EPE	II
CH Vila Nova de Gaia/Espinho, EPE	
Hospital de Braga, PPP	
CH Porto, EPE	III
CH São João, EPE	
IPO Porto, EPE	IV-a
Centro	
CH Baixo Vouga, EPE	I
CH Cova da Beira, EPE	
CH Leiria, EPE	
Hospital Distrital Figueira da Foz, EPE	
ULS Castelo Branco, EPE	
ULS Guarda, EPE	
CH Tondela-Viseu, EPE	II
CH Universitário de Coimbra, EPE	III
IPO Coimbra, EPE	IV-a
Lisboa e Vale do Tejo	
CH Barreiro/Montijo, EPE	I
CH Médio Tejo, EPE	
CH Oeste	
CH Setúbal, EPE	
Hospital de Cascais, PPP	
Hospital de Loures, PPP	
Hospital de Vila Franca de Xira, PPP	
Hospital Distrital de Santarém, EPE	
Hospital Fernando da Fonseca, EPE	
CH Lisboa Ocidental, EPE	II
Hospital Garcia de Orta, EPE	
CH Lisboa Central, EPE	III
CH Lisboa Norte, EPE	
IPO Lisboa, EPE	IV-a
Alentejo	
ULS Baixo Alentejo, EPE	I
ULS Litoral Alentejano, EPE	
ULS Norte Alentejano, EPE	
Hospital Espírito Santo de Évora, EPE	II
Algarve	
CH Algarve, EPE	II

ANEXO C – Dados das variáveis independentes do modelo de regressão

Na Tabela C.1 é possível observar todos os dados (das variáveis independentes) que foram utilizados para a estimação do modelo regressão linear múltipla.

Tabela C.1 – Variáveis independentes do modelo de regressão linear múltipla e discriminadas por DMU

DMU	TIPO	LOCAL	LOT
DMU1	0	1	408
DMU2	0	0	126
DMU3	0	1	348
DMU4	0	0	304
DMU5	0	0	249
DMU6	0	0	233
DMU7	0	1	122
DMU8	0	0	215
DMU9	1	1	117
DMU10	1	1	419
DMU11	1	0	577
DMU12	1	1	143
DMU13	1	1	276
DMU14	1	1	437
DMU15	1	1	371
DMU16	1	1	401
DMU17	1	0	607
DMU18	1	0	288
DMU19	1	1	557
DMU20	1	1	325
DMU21	1	1	377
DMU22	1	1	372
DMU23	1	1	770
DMU24	1	1	347
DMU25	1	1	380
DMU26	1	1	544
DMU27	1	0	322
DMU28	1	1	911

ANEXO D – Resultados das combinações testadas

Neste anexo, serão discriminados todos os resultados das combinações testadas e indicadas na Tabela 4.1. Note-se que o termo “Composta*” é referente à eficiência normalizada e que a homocedasticidade de todos os modelos está garantida, por aplicação do comando *robust* do STATA.

a) Combinação 1

Tabela D.1 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* à amostra da combinação 1

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU1	0,974658	0,586648	0,694005	0,943857
DMU2	1	0,75861	0,620695	0,844155
DMU3	1	0,718571	0,640714	0,871381
DMU4	0,754496	0,834463	0,460017	0,62563
DMU5	0,899145	1	0,449573	0,611426
DMU6	1	0,701793	0,649103	0,88279
DMU7	1	0,749393	0,625303	0,850422
DMU8	0,611183	1	0,305591	0,415609
DMU9	1	0,597753	0,701124	0,953539
DMU10	0,878557	0,660033	0,609262	0,828605
DMU11	0,861931	0,640283	0,610824	0,83073
DMU12	0,965577	0,687079	0,639249	0,869388
DMU13	0,970354	0,556271	0,707041	0,961587
DMU14	1	0,529428	0,735286	1
DMU15	0,995323	0,595524	0,6999	0,951874
DMU16	0,777864	0,829258	0,474303	0,645059
DMU17	0,819929	0,77561	0,52216	0,710145
DMU18	0,961716	0,756329	0,602694	0,819672
DMU19	0,865785	0,785753	0,540016	0,73443
DMU20	0,707332	1	0,353666	0,480991
DMU21	0,757201	0,827891	0,464655	0,631938
DMU22	0,60853	1	0,304265	0,413805
DMU23	1	1	0,5	0,680008
DMU24	0,783344	0,880093	0,451625	0,614217
DMU25	0,76997	0,791	0,489485	0,665707
DMU26	0,704157	0,918636	0,392761	0,53416
DMU27	1	0,742094	0,628953	0,855385
DMU28	0,540692	1	0,270346	0,367675

- $\underline{SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u}$

Tabela D.2 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$ para a combinação 1, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

```
Linear regression               Number of obs =      28
                               F(  2,    25) =      0.55
                               Prob > F      =    0.5846
                               R-squared      =    0.0337
                               Root MSE   =    .14474
```

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	-.0573536	.0549751	-1.04	0.307	-.1705769	.0558697
1.local	.0019564	.0527859	0.04	0.971	-.1067581	.1106709
_cons	.9042016	.0607684	14.88	0.000	.7790468	1.029356

- $\underline{SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + u}$

Tabela D.3 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + u$ para a combinação 1, através do método OLS

```
. regress score i.tipo, robust
```

```
Linear regression               Number of obs =      28
                               F(  1,    26) =      0.91
                               Prob > F      =    0.3502
                               R-squared      =    0.0337
                               Root MSE   =    .14193
```

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	-.0565221	.0594119	-0.95	0.350	-.1786451	.0656008
_cons	.9049352	.0502342	18.01	0.000	.8016774	1.008193

b) Combinação 2

Tabela D.4 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* à amostra da combinação 2

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU1	0,936609	0,544267	0,696171	0,941883
DMU2	1	0,703089	0,648456	0,877327
DMU3	1	0,59147	0,704265	0,952834
DMU4	0,636276	0,81916	0,408558	0,552758
DMU5	0,799807	1	0,399904	0,541049
DMU6	0,784618	0,633215	0,575701	0,778894
DMU7	0,733533	0,71103	0,511251	0,691697
DMU8	0,611183	1	0,305591	0,413449
DMU9	1	0,521747	0,739127	1
DMU10	0,85944	0,586822	0,636309	0,860893
DMU11	0,779079	0,637088	0,570996	0,772527
DMU12	0,965577	0,589742	0,687918	0,930717
DMU13	0,943966	0,532212	0,705877	0,955015
DMU14	1	0,529006	0,735497	0,995089
DMU15	0,965349	0,51581	0,724769	0,980575
DMU16	0,746367	0,768511	0,488928	0,661494
DMU17	0,819929	0,77561	0,52216	0,706455
DMU18	0,872353	0,756329	0,558012	0,754961
DMU19	0,787555	0,785753	0,500901	0,677693
DMU20	1	1	0,5	0,676474
DMU21	0,643575	0,805161	0,419207	0,567165
DMU22	0,608241	1	0,30412	0,411459
DMU23	1	1	0,5	0,676474
DMU24	0,715896	0,831058	0,442419	0,59857
DMU25	0,680848	0,77519	0,452829	0,612654
DMU26	0,674756	0,91795	0,378403	0,51196
DMU27	1	0,727676	0,636162	0,860694
DMU28	0,491424	1	0,245712	0,332435

- $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$

Tabela D.5 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$ para a combinação 2, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

```
Linear regression                               Number of obs =      28
                                                F(   2,    25) =     0.05
                                                Prob > F       =    0.9544
                                                R-squared      =    0.0036
                                                Root MSE      =    .1587
```

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	.0089858	.0633887	0.14	0.888	-.1215657	.1395373
1.local	.0140674	.0579613	0.24	0.810	-.105306	.1334409
_cons	.807478	.0581231	13.89	0.000	.6877711	.9271848

- $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + u$

Tabela D.6 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + u$ para a combinação 2, através do método OLS

```
. regress score i.tipo, robust
```

```
Linear regression                               Number of obs =      28
                                                F(   1,    26) =     0.06
                                                Prob > F       =    0.8153
                                                R-squared      =    0.0020
                                                Root MSE      =    .15574
```

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	.0149645	.0634243	0.24	0.815	-.1154059	.1453349
_cons	.8127533	.0526077	15.45	0.000	.7046166	.9208899

c) Combinação 3

Tabela D.7 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* à amostra da combinação 3

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU1	0,936609	0,534404	0,701102	0,948555
DMU2	0,811745	0,703089	0,554328	0,749977
DMU3	1	0,578594	0,710703	0,961544
DMU4	0,636276	0,779137	0,42857	0,579832
DMU5	0,799807	0,683994	0,557906	0,754818
DMU6	0,784618	0,629315	0,577652	0,781533
DMU7	0,733533	0,71103	0,511251	0,691697
DMU8	0,595118	1	0,297559	0,402582
DMU9	1	0,521747	0,739127	1
DMU10	0,85944	0,586822	0,636309	0,860893
DMU11	0,779079	0,637088	0,570996	0,772527
DMU12	0,965577	0,589742	0,687918	0,930717
DMU13	0,943966	0,532212	0,705877	0,955015
DMU14	1	0,529006	0,735497	0,995089
DMU15	0,965349	0,51581	0,724769	0,980575
DMU16	0,670248	0,768511	0,450869	0,610002
DMU17	0,819929	0,702888	0,55852	0,755649
DMU18	0,872353	0,568906	0,651723	0,881748
DMU19	0,787555	0,650534	0,56851	0,769165
DMU20	0,684702	1	0,342351	0,463183
DMU21	0,643575	0,805161	0,419207	0,567165
DMU22	0,608241	1	0,30412	0,411459
DMU23	1	1	0,5	0,676474
DMU24	0,715896	0,828584	0,443656	0,600243
DMU25	0,680848	0,77519	0,452829	0,612654
DMU26	0,674756	0,914194	0,380281	0,5145
DMU27	1	0,727676	0,636162	0,860694
DMU28	0,491424	1	0,245712	0,332435

- $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TIPO} + \beta_2 * \text{LOCAL} + \beta_3 * \text{LOT} + u$

Tabela D.8 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TIPO} + \beta_2 * \text{LOCAL} + \beta_3 * \text{LOT} + u$ para a combinação 3, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local lot, robust
```

```
Linear regression               Number of obs =      28
                                F(   3,   24) =      0.54
                                Prob > F      =    0.6571
                                R-squared      =    0.0715
                                Root MSE    =    .15247
```

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	.0543831	.0824562	0.66	0.516	-.115798	.2245643
1.local	.0155437	.0608226	0.26	0.800	-.1099881	.1410754
lot	-.000227	.0002163	-1.05	0.304	-.0006734	.0002194
_cons	.8382863	.0725938	11.55	0.000	.6884601	.9881126

- $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TIPO} + \beta_2 * \text{LOCAL} + u$

Tabela D.9 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TIPO} + \beta_2 * \text{LOCAL} + u$ para a combinação 3, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

```
Linear regression               Number of obs =      28
                                F(   2,   25) =      0.09
                                Prob > F      =    0.9142
                                R-squared      =    0.0058
                                Root MSE    =    .15459
```

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	.0150943	.0642343	0.23	0.816	-.1171988	.1473874
1.local	.0137397	.0594198	0.23	0.819	-.1086376	.136117
_cons	.7820609	.0473841	16.50	0.000	.6844714	.8796503

- $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u$

Tabela D.10 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u$ para a combinação 3, através do método OLS

```
. regress score i.tipo lot, robust
```

Linear regression

Number of obs = 28
 F(2, 25) = 0.63
 Prob > F = 0.5423
 R-squared = 0.0695
 Root MSE = .14955

score	Robust		t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
1.tipo	.060845	.0720891	0.84	0.407	-.0876254	.2093153
lot	-.0002262	.0002128	-1.06	0.298	-.0006646	.0002121
_cons	.8439103	.0685879	12.30	0.000	.7026508	.9851698

d) Combinação 4

Tabela D.11 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* à amostra da combinação 4

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU1	0,951924	0,581138	0,685393	0,946346
DMU2	0,823614	0,720644	0,551485	0,761455
DMU3	1	0,582762	0,708619	0,978415
DMU4	0,651398	0,849396	0,401001	0,553677
DMU5	0,815139	0,703641	0,555749	0,767342
DMU6	0,805693	0,67678	0,564457	0,779365
DMU7	0,817727	0,748391	0,534668	0,738235
DMU8	0,595118	1	0,297559	0,41085
DMU9	1	0,586225	0,706888	0,976025
DMU10	0,914992	0,621378	0,646807	0,89307
DMU12	1	0,625953	0,687023	0,948597
DMU13	1	0,565206	0,717397	0,990536
DMU15	1	0,551496	0,724252	1
DMU16	0,734216	0,815924	0,459146	0,633959
DMU18	0,902484	0,6098	0,646342	0,892427
DMU19	0,968022	0,680713	0,643655	0,888716

DMU20	0,734637	1	0,367319	0,50717
DMU21	0,710882	0,836507	0,437187	0,60364
DMU22	0,653399	1	0,326699	0,451085
DMU23	0,647085	1	0,323543	0,446727
DMU24	0,774797	0,836549	0,469124	0,647737
DMU25	0,772105	0,798923	0,486591	0,671853
DMU26	0,759782	0,914194	0,422794	0,583767
DMU27	0,872931	0,730794	0,571069	0,788494

• $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TIPO} + \beta_2 * \text{LOCAL} + \beta_3 * \text{LOT} + u$

Tabela D.12 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TIPO} + \beta_2 * \text{LOCAL} + \beta_3 * \text{LOT} + u$ para a combinação 4, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local lot, robust
```

Linear regression

Number of obs = 24
F(3, 20) = 2.52
Prob > F = 0.0874
R-squared = 0.1847
Root MSE = .12596

score	Robust		t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
1.tipo	.0281132	.0711448	0.40	0.697	-.1202923	.1765188
1.local	.094793	.0664542	1.43	0.169	-.043828	.233414
lot	-.0003422	.0001477	-2.32	0.031	-.0006502	-.0000342
_cons	.8577921	.0541524	15.84	0.000	.7448322	.970752

- $\underline{SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u}$

Tabela D.13 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$ para a combinação 4, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

```
Linear regression                               Number of obs =      24
                                                F(  2,      21) =    0.80
                                                Prob > F       =   0.4645
                                                R-squared      =   0.0598
                                                Root MSE      =   .13201
```

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	-.0020258	.0596122	-0.03	0.973	-.1259962	.1219446
1.local	.0695649	.0612005	1.14	0.268	-.0577084	.1968382
_cons	.7814898	.0458499	17.04	0.000	.6861397	.8768399

- $\underline{SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u}$

Tabela D.14 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u$ para a combinação 4, através do método OLS

```
. regress score i.tipo lot, robust
```

```
Linear regression                               Number of obs =      24
                                                F(  2,      21) =    1.39
                                                Prob > F       =   0.2706
                                                R-squared      =   0.1048
                                                Root MSE      =   .12881
```

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	.0682333	.0690479	0.99	0.334	-.0753597	.2118263
lot	-.000284	.0001705	-1.67	0.111	-.0006385	.0000706
_cons	.8787429	.0550072	15.98	0.000	.7643491	.9931366

e) Combinação 5

Tabela D.15 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* à amostra da combinação 5

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU1	0,951924	0,599966	0,675979	0,956275
DMU2	0,823614	0,745172	0,539221	0,76281
DMU3	1	0,588585	0,705708	0,998331
DMU4	0,651398	0,902692	0,374353	0,52958
DMU5	0,815139	0,731092	0,542024	0,766775
DMU6	0,805693	0,738567	0,533563	0,754806
DMU7	0,817727	0,853268	0,482229	0,682187
DMU8	0,595118	1	0,297559	0,420943
DMU9	1	0,586225	0,706888	1
DMU10	0,914992	0,701461	0,606766	0,858362
DMU12	1	0,67655	0,661725	0,936111
DMU13	1	0,63589	0,682055	0,96487
DMU15	1	0,615636	0,692182	0,979196
DMU18	0,902484	0,678736	0,611874	0,865588
DMU20	0,734637	1	0,367319	0,519628
DMU21	0,710882	0,965507	0,372687	0,527223
DMU22	0,653399	1	0,326699	0,462166
DMU24	0,774797	0,854482	0,460158	0,650963
DMU25	0,772105	0,931518	0,420294	0,594569
DMU27	0,872931	0,89109	0,49092	0,694481

• $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$

Tabela D.16 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$ para a combinação 5, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local lot, robust
```

```
Linear regression
```

```
Number of obs =      20
F(   3,   16) =      1.70
Prob > F       =      0.2070
R-squared      =      0.1666
Root MSE     =      .12925
```

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	.0287453	.071523	0.40	0.693	-.1228766	.1803672
1.local	.0950264	.0659397	1.44	0.169	-.0447595	.2348123
lot	-.0003047	.0002575	-1.18	0.254	-.0008507	.0002412
_cons	.8483081	.0725105	11.70	0.000	.6945927	1.002023

- $\underline{SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u}$

Tabela D.17 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$ para a combinação 5, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

Linear regression

Number of obs = 20
F(2, 17) = 1.29
Prob > F = 0.3013
R-squared = 0.1195
Root MSE = .12888

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	.0157013	.0589696	0.27	0.793	-.1087137	.1401163
1.local	.0830712	.0590701	1.41	0.178	-.0415558	.2076983
_cons	.7764249	.0453212	17.13	0.000	.6808056	.8720442

- $\underline{SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u}$

Tabela D.18 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u$ para a combinação 5, através do método OLS

```
. regress score i.tipo lot, robust
```

Linear regression

Number of obs = 20
F(2, 17) = 0.47
Prob > F = 0.6319
R-squared = 0.0701
Root MSE = .13245

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	.0675232	.0714823	0.94	0.358	-.0832913	.2183377
lot	-.0002261	.0003175	-0.71	0.486	-.0008961	.0004438
_cons	.8642537	.0718601	12.03	0.000	.7126422	1.015865

f) Combinação 6

Tabela D.19 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* à amostra da combinação 6

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU1	0,959329	0,599966	0,679681	0,961512
DMU2	0,823614	0,745172	0,539221	0,76281
DMU3	1	0,588585	0,705708	0,998331
DMU4	0,658789	0,902692	0,378049	0,534807
DMU5	0,815139	0,731092	0,542024	0,766775
DMU6	0,820513	0,738567	0,540973	0,765288
DMU7	0,867927	0,853268	0,507329	0,717695
DMU8	0,595118	1	0,297559	0,420943
DMU9	1	0,586225	0,706888	1
DMU10	0,920244	0,701461	0,609392	0,862077
DMU12	1	0,67655	0,661725	0,936111
DMU13	1	0,63589	0,682055	0,96487
DMU18	0,940462	0,678736	0,630863	0,892451
DMU20	0,809378	1	0,404689	0,572494
DMU21	0,746097	0,965507	0,390295	0,552131
DMU22	0,663708	1	0,331854	0,469458
DMU24	0,793783	0,854482	0,469651	0,664392
DMU27	1	0,89109	0,554455	0,784361

• $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$

Tabela D.20 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$ para a combinação 6, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local lot, robust
```

Linear regression

Number of obs = 18
F(3, 14) = 1.42
Prob > F = 0.2776
R-squared = 0.1586
Root MSE = .13243

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	.0537952	.0779604	0.69	0.501	-.1134133	.2210037
1.local	.0692125	.0763178	0.91	0.380	-.0944729	.2328979
lot	-.0002792	.0002595	-1.08	0.300	-.0008358	.0002773
_cons	.8615854	.0724931	11.89	0.000	.7061032	1.017068

- $\underline{SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u}$

Tabela D.21 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$ para a combinação 6, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

```
Linear regression                               Number of obs =      18
                                                F( 2,      15) =      1.02
                                                Prob > F       =      0.3832
                                                R-squared      =      0.1173
                                                Root MSE      =      .13104
```

score	Robust					[95% Conf. Interval]
	Coef.	Std. Err.	t	P> t		
1.tipo	.0442686	.0677552	0.65	0.523	-.1001482	.1886855
1.local	.0601058	.0699545	0.86	0.404	-.0889988	.2092103
_cons	.795014	.0500609	15.88	0.000	.6883117	.9017162

- $\underline{SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u}$

Tabela D.22 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u$ para a combinação 6, através do método OLS

```
. regress score i.tipo lot, robust
```

```
Linear regression                               Number of obs =      18
                                                F( 2,      15) =      0.70
                                                Prob > F       =      0.5127
                                                R-squared      =      0.1028
                                                Root MSE      =      .13211
```

score	Robust					[95% Conf. Interval]
	Coef.	Std. Err.	t	P> t		
1.tipo	.0808317	.0697825	1.16	0.265	-.0679061	.2295695
lot	-.0002297	.0003131	-0.73	0.475	-.0008971	.0004378
_cons	.8751131	.0711366	12.30	0.000	.723489	1.026737

g) Combinação 7

Tabela D.23 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* à amostra da combinação 7

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU1	0,959329	0,600407	0,679461	0,940509
DMU2	0,823614	0,745455	0,53908	0,746193
DMU3	1	0,588652	0,705674	0,976793
DMU4	0,658789	0,903522	0,377633	0,52272
DMU5	0,815139	0,731408	0,541865	0,750049
DMU6	0,820513	0,739301	0,540606	0,748306
DMU7	0,867927	0,878651	0,494638	0,684677
DMU8	0,595118	1	0,297559	0,411881
DMU9	1	0,555121	0,72244	1
DMU12	1	0,677133	0,661433	0,915555
DMU13	1	0,636705	0,681647	0,943535
DMU18	0,940462	0,679531	0,630465	0,872689
DMU21	0,746097	0,98768	0,379209	0,5249
DMU22	0,663708	1	0,331854	0,459352
DMU24	0,793783	0,859967	0,466908	0,646293
DMU27	1	0,935913	0,532043	0,736454

$$\bullet \text{ SCORE} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TIPO} + \beta_2 * \text{LOCAL} + \beta_3 * \text{LOT} + u$$

Tabela D.24 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TIPO} + \beta_2 * \text{LOCAL} + \beta_3 * \text{LOT} + u$ para a combinação 7, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local lot, robust
```

Linear regression

```
Number of obs =      16
F(   3,      12) =      1.65
Prob > F       =      0.2313
R-squared      =      0.1755
Root MSE     =      .14005
```

score	Robust				
	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
1.tipo	.057452	.0810511	0.71	0.492	-.1191432 .2340472
1.local	.0721757	.0787499	0.92	0.377	-.0994056 .243757
lot	-.000306	.0003199	-0.96	0.358	-.0010029 .0003909
_cons	.8671792	.0875084	9.91	0.000	.6765148 1.057844

- $\underline{SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u}$

Tabela D.25 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$ para a combinação 7, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

```
Linear regression                               Number of obs =      16
                                                F(  2,      13) =     0.94
                                                Prob > F       =    0.4171
                                                R-squared      =    0.1301
                                                Root MSE      =    .13822
```

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	.050992	.0718995	0.71	0.491	-.1043375	.2063215
1.local	.0652283	.0712067	0.92	0.376	-.0886043	.219061
_cons	.793093	.0505175	15.70	0.000	.6839566	.9022294

- $\underline{SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u}$

Tabela D.26 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u$ para a combinação 7, através do método OLS

```
. regress score i.tipo lot, robust
```

```
Linear regression                               Number of obs =      16
                                                F(  2,      13) =     0.75
                                                Prob > F       =    0.4939
                                                R-squared      =    0.1147
                                                Root MSE      =    .13943
```

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	.0833501	.07223	1.15	0.269	-.0726933	.2393936
lot	-.0002666	.0003655	-0.73	0.479	-.0010563	.0005231
_cons	.8843657	.0812239	10.89	0.000	.7088922	1.059839

h) Combinação 8

Tabela D.27 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* à amostra da combinação 8

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU1	1	0,661853	0,669074	0,972651
DMU2	1	0,691156	0,654422	0,951351
DMU3	1	0,684826	0,657587	0,955953
DMU4	0,700163	1	0,350082	0,508923
DMU5	0,944989	0,993255	0,475867	0,691781
DMU6	1	0,793437	0,603282	0,877007
DMU7	1	0,844004	0,577998	0,840252
DMU8	0,621042	1	0,310521	0,451413
DMU9	1	0,663021	0,668489	0,971802
DMU10	0,902323	0,680507	0,610908	0,888094
DMU11	0,88307	0,761513	0,560778	0,815219
DMU12	1	0,72014	0,63993	0,930284
DMU13	1	0,624227	0,687887	1
DMU17	1	0,884634	0,557683	0,81072
DMU18	1	0,733914	0,633043	0,920272
DMU19	1	0,827316	0,586342	0,852382
DMU20	1	1	0,5	0,726864
DMU21	0,78724	0,941737	0,422751	0,614565
DMU22	0,619571	1	0,309786	0,450344
DMU24	0,836987	0,818831	0,509078	0,740061
DMU25	0,856744	0,854763	0,500991	0,728304
DMU27	0,89077	0,832816	0,528977	0,768989

- $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$

Tabela D.28 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$ para a combinação 8, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

Linear regression

Number of obs = 22
F(2, 19) = 0.09
Prob > F = 0.9138
R-squared = 0.0104
Root MSE = .1463

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	.0143497	.0645279	0.22	0.826	-.1207087	.1494081
1.local	.0204247	.0606209	0.34	0.740	-.1064564	.1473057
_cons	.805094	.0591587	13.61	0.000	.6812735	.9289146

i) Combinação 9

Tabela D.29 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* à amostra da combinação 9

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU1	1	0,661853	0,669074	0,972651
DMU2	1	0,691156	0,654422	0,951351
DMU3	1	0,684826	0,657587	0,955953
DMU4	0,700163	1	0,350082	0,508923
DMU5	0,946553	0,993255	0,476649	0,692918
DMU6	1	0,793437	0,603282	0,877007
DMU7	1	0,844004	0,577998	0,840252
DMU8	0,621042	1	0,310521	0,451413
DMU9	1	0,663021	0,668489	0,971802
DMU10	0,902323	0,680507	0,610908	0,888094
DMU12	1	0,72014	0,63993	0,930284
DMU13	1	0,624227	0,687887	1
DMU18	1	0,733914	0,633043	0,920272
DMU19	1	0,827316	0,586342	0,852382
DMU20	1	1	0,5	0,726864
DMU21	0,78724	0,941737	0,422751	0,614565
DMU22	0,619571	1	0,309786	0,450344
DMU24	0,836987	0,818831	0,509078	0,740061
DMU25	0,856744	0,854763	0,500991	0,728304
DMU27	0,89077	0,832816	0,528977	0,768989

- $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$

Tabela D.30 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$ para a combinação 9, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

```
Linear regression                               Number of obs =      20
                                                F(   2,    17) =    0.08
                                                Prob > F      =   0.9238
                                                R-squared     =   0.0096
                                                Root MSE     =   .15428
```

score	Robust		t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
1.tipo	.0219738	.0753332	0.29	0.774	-.1369655	.180913
1.local	.0110413	.0768386	0.14	0.887	-.151074	.1731565
_cons	.8086128	.0629089	12.85	0.000	.6758865	.9413391

j) Combinação 10

Tabela D.31 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* à amostra da combinação 10

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU1	1	0,661853	0,669074	0,972651
DMU2	1	0,691156	0,654422	0,951351
DMU3	1	0,684826	0,657587	0,955953
DMU4	0,700163	1	0,350082	0,508923
DMU5	0,948892	0,993255	0,477819	0,694618
DMU6	1	0,793437	0,603282	0,877007
DMU7	1	0,844004	0,577998	0,840252
DMU8	0,621042	1	0,310521	0,451413
DMU9	1	0,663021	0,668489	0,971802
DMU12	1	0,72014	0,63993	0,930284
DMU13	1	0,624227	0,687887	1
DMU18	1	0,733914	0,633043	0,920272
DMU20	1	1	0,5	0,726864
DMU21	0,78724	0,941737	0,422751	0,614565
DMU22	0,619571	1	0,309786	0,450344
DMU24	0,836987	0,818831	0,509078	0,740061
DMU25	0,856744	0,854763	0,500991	0,728304
DMU27	0,89077	0,832816	0,528977	0,768989

- $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$

Tabela D.32 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$ para a combinação 10, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

```
Linear regression                               Number of obs =      18
                                                F(   2,   15) =     0.08
                                                Prob > F       =    0.9202
                                                R-squared      =    0.0115
                                                Root MSE     =    .16355
```

score	Robust					[95% Conf. Interval]
	Coef.	Std. Err.	t	P> t		
1.tipo	.0247129	.0789149	0.31	0.758	-.1434903	.192916
1.local	.0131282	.0791637	0.17	0.871	-.1556051	.1818615
_cons	.8078302	.0637619	12.67	0.000	.671925	.9437354

k) Combinação 11

Tabela D.33 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* à amostra da combinação 11

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU1	1	0,661853	0,669074	0,970289
DMU2	1	0,695348	0,652326	0,946001
DMU3	1	0,661821	0,669089	0,970312
DMU4	0,700163	1	0,350082	0,507687
DMU5	0,948892	0,993255	0,477819	0,692931
DMU6	1	0,793437	0,603282	0,874878
DMU7	1	0,887505	0,556248	0,806669
DMU8	0,621042	1	0,310521	0,450317
DMU9	1	0,620878	0,689561	1
DMU12	1	0,721322	0,639339	0,927168
DMU13	1	0,624227	0,687887	0,997572
DMU18	1	0,733914	0,633043	0,918037
DMU21	0,78724	0,971403	0,407919	0,591563
DMU22	0,619571	1	0,309786	0,449251
DMU24	0,836987	0,818831	0,509078	0,738264
DMU27	0,89077	0,889808	0,500481	0,725797

- $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$

Tabela D.34 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$ para a combinação 11, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

```
Linear regression                               Number of obs =      16
                                                F(  2,    13) =      0.08
                                                Prob > F       =    0.9265
                                                R-squared      =    0.0126
                                                Root MSE      =    .16414
```

score	Robust				
	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
1.tipo	.0257332	.0825798	0.31	0.760	-.1526697 .2041361
1.local	.0139056	.0819439	0.17	0.868	-.1631234 .1909345
_cons	.8075387	.0649085	12.44	0.000	.6673123 .947765

I) Combinação 12

Tabela D.35 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* à amostra da combinação 12

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU1	1	0,563739	0,71813	0,963389
DMU2	0,871735	0,628637	0,621549	0,833823
DMU3	1	1	0,5	0,670762
DMU4	0,688662	0,743755	0,472454	0,633808
DMU5	0,883362	0,617663	0,632849	0,848982
DMU6	0,977603	0,594585	0,691509	0,927675
DMU7	1	0,718839	0,640581	0,859354
DMU8	0,590801	1	0,2954	0,396286
DMU9	1	0,769196	0,615402	0,825576
DMU10	0,850224	0,633171	0,608526	0,816352
DMU11	0,855081	0,624246	0,615418	0,825597
DMU12	0,950636	0,696489	0,627073	0,841233
DMU13	0,941441	0,552057	0,694692	0,931945
DMU14	1	0,550379	0,724811	0,97235
DMU15	0,992385	0,561181	0,715602	0,959997
DMU16	0,612888	0,859253	0,376817	0,505509

DMU17	0,825013	0,695501	0,564756	0,757633
DMU18	1	0,509157	0,745421	1
DMU19	0,909136	0,601769	0,653683	0,876931
DMU20	0,618415	1	0,309208	0,414809
DMU21	0,751361	0,786792	0,482284	0,646996
DMU22	0,581355	1	0,290677	0,389951
DMU23	0,513618	1	0,256809	0,344515
DMU24	0,791127	0,774992	0,508067	0,681584
DMU25	0,775785	0,732634	0,521576	0,699706
DMU26	0,680871	0,877625	0,401623	0,538787
DMU27	0,805754	0,720704	0,542525	0,72781
DMU28	0,527931	0,999668	0,264132	0,354339

• $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$

Tabela D.36 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$ para a combinação 12, através do método OLS

. regress score i.tipo i.local lot, robust

Linear regression

Number of obs = 28
F(3, 24) = 4.76
Prob > F = 0.0096
R-squared = 0.2452
Root MSE = .14985

score	Robust				
	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
1.tipo	-.0103113	.0748452	-0.14	0.892	-.1647843 .1441617
1.local	.0193903	.0633993	0.31	0.762	-.1114593 .15024
lot	-.0004268	.0001265	-3.37	0.003	-.000688 -.0001656
_cons	.9762168	.0693513	14.08	0.000	.8330828 1.119351

- $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$

Tabela D.37 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$ para a combinação 12, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

```
Linear regression               Number of obs =      28
                                F(  2,    25) =      0.91
                                Prob > F      =    0.4169
                                R-squared      =    0.0497
                                Root MSE   =    .16475
```

score	Robust		t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
1.tipo	-.0841689	.0627966	-1.34	0.192	-.213501	.0451632
1.local	.015999	.0605831	0.26	0.794	-.1087741	.1407722
_cons	.8705207	.0616293	14.13	0.000	.7435929	.9974486

- $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u$

Tabela D.38 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u$ para a combinação 12, através do método OLS

```
. regress score i.tipo lot, robust
```

```
Linear regression               Number of obs =      28
                                F(  2,    25) =      7.30
                                Prob > F      =    0.0032
                                R-squared      =    0.2425
                                Root MSE   =    .14709
```

score	Robust		t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
1.tipo	-.0022504	.072365	-0.03	0.975	-.1512889	.1467882
lot	-.0004258	.0001225	-3.48	0.002	-.0006781	-.0001735
_cons	.9832325	.0625718	15.71	0.000	.8543634	1.112102

m) Combinação 13

Tabela D.39 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* à amostra da combinação 13

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU1	1	0,574179	0,71291	1,004257
DMU2	0,942471	0,691156	0,625657	0,881346
DMU3	1	1	0,5	0,704336
DMU4	0,689489	0,856934	0,416278	0,586399
DMU5	0,921709	0,674683	0,623513	0,878326
DMU6	1	0,670133	0,664933	0,936673
DMU7	1	0,810174	0,594913	0,838037
DMU8	0,600131	1	0,300065	0,422694
DMU9	1	0,769196	0,615402	0,8669
DMU10	0,850224	0,676998	0,586613	0,826346
DMU11	0,855081	0,677015	0,589033	0,829755
DMU12	1	0,719761	0,640119	0,901719
DMU13	0,941441	0,613929	0,663756	0,935014
DMU15	1	0,597783	0,701109	0,987632
DMU16	0,612888	0,942988	0,33495	0,471835
DMU17	1	0,781777	0,609112	0,858039
DMU18	1	0,580224	0,709888	1
DMU19	1	0,686916	0,656542	0,924853
DMU20	0,618415	1	0,309208	0,435572
DMU21	0,751361	0,886762	0,432299	0,608968
DMU22	0,581355	1	0,290677	0,409469
DMU24	0,791127	0,774992	0,508067	0,7157
DMU25	0,775785	0,825723	0,475031	0,669163
DMU27	0,828064	0,812277	0,507894	0,715456

- $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TIPO} + \beta_2 * \text{LOCAL} + \beta_3 * \text{LOT} + u$

Tabela D.40 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TIPO} + \beta_2 * \text{LOCAL} + \beta_3 * \text{LOT} + u$ para a combinação 13, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local lot, robust
```

```
Linear regression               Number of obs =      24
                                F(   3,    20) =      0.17
                                Prob > F      =    0.9184
                                R-squared      =    0.0214
                                Root MSE    =    .1612
```

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	-.037491	.0763715	-0.49	0.629	-.1967992	.1218173
1.local	.0005472	.0715689	0.01	0.994	-.148743	.1498374
lot	-.0000566	.0002487	-0.23	0.822	-.0005755	.0004622
_cons	.9082117	.0986476	9.21	0.000	.7024365	1.113987

- $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TIPO} + \beta_2 * \text{LOCAL} + u$

Tabela D.41 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TIPO} + \beta_2 * \text{LOCAL} + u$ para a combinação 13, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

```
Linear regression               Number of obs =      24
                                F(   2,    21) =      0.24
                                Prob > F      =    0.7897
                                R-squared      =    0.0194
                                Root MSE    =    .15748
```

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	-.0452175	.0655758	-0.69	0.498	-.18159	.0911549
1.local	.0030888	.0673208	0.05	0.964	-.1369125	.1430901
_cons	.8930667	.0676021	13.21	0.000	.7524804	1.033653

- $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u$

Tabela D.42 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u$ para a combinação 13, através do método OLS

```
. regress score i.tipo lot, robust
```

Linear regression

Number of obs = 24
F(2, 21) = 0.24
Prob > F = 0.7915
R-squared = 0.0214
Root MSE = .15732

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	-.0372156	.0742251	-0.50	0.621	-.1915752	.1171439
lot	-.0000569	.0002363	-0.24	0.812	-.0005483	.0004344
_cons	.908494	.0807924	11.24	0.000	.7404771	1.076511

n) Combinação 14

Tabela D.43 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* à amostra da combinação 14

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU1	1	0,574179	0,71291	1,004257
DMU2	0,960909	0,691156	0,634876	0,894333
DMU3	1	1	0,5	0,704336
DMU4	0,689489	0,856934	0,416278	0,586399
DMU5	0,944989	0,674683	0,635153	0,894723
DMU6	1	0,670133	0,664933	0,936673
DMU7	1	0,810174	0,594913	0,838037
DMU8	0,611752	1	0,305876	0,430879
DMU9	1	0,769196	0,615402	0,8669
DMU10	0,850224	0,676998	0,586613	0,826346
DMU11	0,855081	0,677015	0,589033	0,829755
DMU12	1	0,719761	0,640119	0,901719
DMU13	0,941441	0,613929	0,663756	0,935014
DMU17	1	0,781777	0,609112	0,858039
DMU18	1	0,580224	0,709888	1
DMU19	1	0,686916	0,656542	0,924853
DMU20	0,618415	1	0,309208	0,435572
DMU21	0,751361	0,886762	0,432299	0,608968

DMU22	0,581355	1	0,290677	0,409469
DMU24	0,791127	0,774992	0,508067	0,7157
DMU25	0,775785	0,825723	0,475031	0,669163
DMU27	0,828064	0,812277	0,507894	0,715456

• $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$

Tabela D.44 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$ para a combinação 14, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local lot, robust
```

Linear regression

Number of obs = 22
F(3, 18) = 5.81
Prob > F = 0.0058
R-squared = 0.2399
Root MSE = .1376

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	-.1045708	.0506233	-2.07	0.054	-.2109264	.0017847
1.local	.1515479	.0549387	2.76	0.013	.036126	.2669699
lot	-.0000169	.0001952	-0.09	0.932	-.000427	.0003932
_cons	.8483036	.0854432	9.93	0.000	.6687942	1.027813

• $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$

Tabela D.45 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$ para a combinação 14, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

Linear regression

Number of obs = 22
F(2, 19) = 9.20
Prob > F = 0.0016
R-squared = 0.2397
Root MSE = .13395

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	-.106599	.0491314	-2.17	0.043	-.2094323	-.0037657
1.local	.151782	.0531644	2.85	0.010	.0405075	.2630564
_cons	.8439741	.0623661	13.53	0.000	.7134403	.974508

- $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u$

Tabela D.46 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u$ para a combinação 14, através do método OLS

```
. regress score i.tipo lot, robust
```

Linear regression

Number of obs = 22
F(2, 19) = 0.23
Prob > F = 0.7956
R-squared = 0.0236
Root MSE = .15179

score	Robust		t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
1.tipo	-.0393752	.074333	-0.53	0.602	-.1949559	.1162055
lot	-.0000428	.0002279	-0.19	0.853	-.0005199	.0004343
_cons	.9116164	.0794106	11.48	0.000	.7454081	1.077825

o) Combinação 15

Tabela D.47 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* à amostra da combinação 15

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU1	1	0,574179	0,71291	1,004257
DMU2	0,988717	0,691156	0,64878	0,913919
DMU3	1	1	0,5	0,704336
DMU4	0,689489	0,856934	0,416278	0,586399
DMU5	0,948892	0,674683	0,637105	0,897472
DMU6	1	0,670133	0,664933	0,936673
DMU7	1	0,810174	0,594913	0,838037
DMU8	0,611752	1	0,305876	0,430879
DMU9	1	0,769196	0,615402	0,8669
DMU10	0,850224	0,676998	0,586613	0,826346
DMU11	0,855081	0,677015	0,589033	0,829755
DMU12	1	0,719761	0,640119	0,901719
DMU13	0,941441	0,613929	0,663756	0,935014
DMU16	0,612888	0,942988	0,33495	0,471835
DMU18	1	0,580224	0,709888	1
DMU20	0,618415	1	0,309208	0,435572
DMU21	0,751361	0,886762	0,432299	0,608968

DMU22	0,581355	1	0,290677	0,409469
DMU24	0,791127	0,774992	0,508067	0,7157
DMU25	0,775785	0,825723	0,475031	0,669163
DMU27	0,835413	0,812277	0,511568	0,720632

- $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$

Tabela D.48 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$ para a combinação 15, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local lot, robust
```

Linear regression

Number of obs = 21
F(3, 17) = 1.47
Prob > F = 0.2585
R-squared = 0.1802
Root MSE = .15188

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	-.0555726	.0855143	-0.65	0.524	-.235992	.1248469
1.local	.0089135	.0881031	0.10	0.921	-.1769679	.1947949
lot	-.0004441	.0002813	-1.58	0.133	-.0010376	.0001494
_cons	1.012806	.1006089	10.07	0.000	.80054	1.225072

- $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$

Tabela D.49 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$ para a combinação 15, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

Linear regression

Number of obs = 21
F(2, 18) = 1.01
Prob > F = 0.3841
R-squared = 0.0834
Root MSE = .15608

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	-.0968031	.0682032	-1.42	0.173	-.2400928	.0464866
1.local	.0176977	.0769692	0.23	0.821	-.1440085	.179404
_cons	.8982196	.0719422	12.49	0.000	.7470747	1.049364

- $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u$

Tabela D.50 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u$ para a combinação 15, através do método OLS

```
. regress score i.tipo lot, robust
```

```
Linear regression                               Number of obs =      21
                                                F(   2,   18) =      2.33
                                                Prob > F       =    0.1260
                                                R-squared      =    0.1796
                                                Root MSE      =    .14766
```

score	Robust		t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
1.tipo	-.0511507	.0745711	-0.69	0.501	-.2078187	.1055174
lot	-.0004467	.0002682	-1.67	0.113	-.0010103	.0001168
_cons	1.016816	.0815877	12.46	0.000	.8454063	1.188225

p) Combinação 16

- $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$

Tabela D.51 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$ para a combinação 16, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local lot, robust
```

```
Linear regression                               Number of obs =      20
                                                F(   3,   16) =      9.13
                                                Prob > F       =    0.0009
                                                R-squared      =    0.3313
                                                Root MSE      =    .13463
```

score	Robust		t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
1.tipo	-.1160837	.0447711	-2.59	0.020	-.2109941	-.0211733
1.local	.1798478	.0543202	3.31	0.004	.0646941	.2950015
lot	-.0003147	.0002712	-1.16	0.263	-.0008897	.0002603
_cons	.9138942	.0987883	9.25	0.000	.7044724	1.123316

- $\underline{SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u}$

Tabela D.52 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$ para a combinação 16, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

```
Linear regression               Number of obs =      20
                                F(   2,   17) =    21.76
                                Prob > F      =    0.0000
                                R-squared      =    0.2810
                                Root MSE   =    .13544
```

score	Robust		t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
1.tipo	-.1369155	.0456442	-3.00	0.008	-.2332163	-.0406147
1.local	.1729215	.0526847	3.28	0.004	.0617665	.2840765
_cons	.8376286	.0653857	12.81	0.000	.6996767	.9755804

- $\underline{SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u}$

Tabela D.53 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u$ para a combinação 16, através do método OLS

```
. regress score i.tipo lot, robust
```

```
Linear regression               Number of obs =      20
                                F(   2,   17) =     0.57
                                Prob > F      =    0.5736
                                R-squared      =    0.0692
                                Root MSE   =    .1541
```

score	Robust		t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
1.tipo	-.0384726	.0737294	-0.52	0.609	-.194028	.1170829
lot	-.0002515	.0003245	-0.78	0.449	-.0009361	.0004331
_cons	.9655059	.0953967	10.12	0.000	.7642364	1.166775

q) Combinação 17

Tabela D.54 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* à amostra da combinação 17

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU1	1	0,574179	0,71291	1,004257
DMU2	0,988717	0,691156	0,64878	0,913919
DMU3	1	1	0,5	0,704336
DMU4	0,689489	0,856934	0,416278	0,586399
DMU5	0,948892	0,674683	0,637105	0,897472
DMU6	1	0,670133	0,664933	0,936673
DMU7	1	0,810174	0,594913	0,838037
DMU8	0,611752	1	0,305876	0,430879
DMU9	1	0,769196	0,615402	0,8669
DMU12	1	0,719761	0,640119	0,901719
DMU13	0,941441	0,613929	0,663756	0,935014
DMU18	1	0,580224	0,709888	1
DMU20	0,618415	1	0,309208	0,435572
DMU21	0,751361	0,886762	0,432299	0,608968
DMU22	0,581355	1	0,290677	0,409469
DMU24	0,791127	0,774992	0,508067	0,7157
DMU25	0,775785	0,825723	0,475031	0,669163
DMU27	0,835413	0,812277	0,511568	0,720632

• $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$

Tabela D.55 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$ para a combinação 17, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local lot, robust
```

Linear regression

Number of obs = 18
 F(3, 14) = 6.21
 Prob > F = 0.0066
 R-squared = 0.4502
 Root MSE = .12829

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	-.117012	.0556596	-2.10	0.054	-.23639	.0023661
1.local	.1679896	.0632836	2.65	0.019	.0322599	.3037193
lot	-.000675	.0002443	-2.76	0.015	-.0011989	-.0001511
_cons	1.011029	.0971547	10.41	0.000	.8026533	1.219405

- $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TIPO} + \beta_2 * \text{LOCAL} + u$

Tabela D.56 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TIPO} + \beta_2 * \text{LOCAL} + u$ para a combinação 17, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

```
Linear regression                               Number of obs =      18
                                                F(   2,   15) =    21.80
                                                Prob > F       =   0.0000
                                                R-squared      =   0.2870
                                                Root MSE      =   .14114
```

score	Robust					[95% Conf. Interval]
	Coef.	Std. Err.	t	P> t		
1.tipo	-.1456456	.0501093	-2.91	0.011	-.2524511	-.0388401
1.local	.1653625	.0555087	2.98	0.009	.0470484	.2836766
_cons	.8428453	.0676517	12.46	0.000	.6986491	.9870415

- $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TIPO} + \beta_2 * \text{LOT} + u$

Tabela D.57 – Estimação do modelo $\text{SCORE} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TIPO} + \beta_2 * \text{LOT} + u$ para a combinação 17, através do método OLS

```
. regress score i.tipo lot, robust
```

```
Linear regression                               Number of obs =      18
                                                F(   2,   15) =     3.21
                                                Prob > F       =   0.0689
                                                R-squared      =   0.2162
                                                Root MSE      =   .14798
```

score	Robust					[95% Conf. Interval]
	Coef.	Std. Err.	t	P> t		
1.tipo	-.0462833	.0771236	-0.60	0.557	-.2106682	.1181017
lot	-.0006599	.00032	-2.06	0.057	-.0013418	.0000221
_cons	1.070233	.083285	12.85	0.000	.8927157	1.247751

r) Combinação 18

Tabela D.58 – Resultados da aplicação do modelo CCR orientado aos *outputs* à amostra da combinação 18

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU1	1	0,57511	0,712445	1,02165
DMU2	0,988717	0,695348	0,646684	0,927348
DMU3	1	0,661821	0,669089	0,959478
DMU4	0,689489	0,905854	0,391818	0,561868
DMU5	0,948892	0,678506	0,635193	0,91087
DMU6	1	0,734097	0,632952	0,907656
DMU7	1	0,887505	0,556248	0,797662
DMU8	0,611752	1	0,305876	0,438628
DMU9	1	0,620878	0,689561	0,988834
DMU12	1	0,721322	0,639339	0,916816
DMU13	0,941441	0,621219	0,660111	0,946602
DMU18	1	0,605305	0,697348	1
DMU21	0,751361	0,971403	0,389979	0,559232
DMU22	0,581355	1	0,290677	0,416833
DMU24	0,791127	0,818681	0,486223	0,697246
DMU27	0,835413	0,889808	0,472803	0,678002

• $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$

Tabela D.59 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$ para a combinação 18, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local lot, robust
```

Linear regression

```
Number of obs =      16
F(   3,   12) =      3.99
Prob > F       =     0.0348
R-squared      =     0.3490
Root MSE      =     .13676
```

score	Robust				
	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
1.tipo	-.0990323	.0605334	-1.64	0.128	-.2309233 .0328586
1.local	.1509938	.0729906	2.07	0.061	-.0080391 .3100267
lot	-.0006324	.0002796	-2.26	0.043	-.0012415 -.0000232
_cons	1.006719	.1058484	9.51	0.000	.7760953 1.237343

- $\underline{SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u}$

Tabela D.60 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + u$ para a combinação 18, através do método OLS

```
. regress score i.tipo i.local, robust
```

```
Linear regression               Number of obs =      16
                               F(  2,    13) =    19.97
                               Prob > F      =    0.0001
                               R-squared      =    0.1867
                               Root MSE   =    .14687
```

score	Robust					[95% Conf. Interval]
	Coef.	Std. Err.	t	P> t		
1.tipo	-.1143886	.0494026	-2.32	0.038	-.2211165	-.0076608
1.local	.144239	.0589277	2.45	0.029	.0169336	.2715445
_cons	.8507666	.0719408	11.83	0.000	.6953479	1.006185

- $\underline{SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u}$

Tabela D.61 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOT + u$ para a combinação 18, através do método OLS

```
. regress score i.tipo lot, robust
```

```
Linear regression               Number of obs =      16
                               F(  2,    13) =     1.75
                               Prob > F      =    0.2123
                               R-squared      =    0.1676
                               Root MSE   =    .14859
```

score	Robust					[95% Conf. Interval]
	Coef.	Std. Err.	t	P> t		
1.tipo	-.024472	.0756649	-0.32	0.752	-.1879362	.1389922
lot	-.0006007	.0003452	-1.74	0.105	-.0013465	.000145
_cons	1.055418	.0896313	11.78	0.000	.8617817	1.249055

ANEXO E – Regressão linear múltipla: testes efetuados à combinação 16

Aqui serão discriminados alguns testes efetuados ao modelo de regressão linear múltipla que foi estimado a partir das variáveis e da amostra da combinação 16. Os testes e/ou dados que serão descritos de seguida permitiram aceitar o modelo que foi apresentado e discutido no Capítulo 4.

a) Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$

Tabela E.1 – Estimação do modelo $SCORE = \beta_0 + \beta_1 * TIPO + \beta_2 * LOCAL + \beta_3 * LOT + u$ para a combinação 16, sem aplicação do comando *robust* do STATA

```
. *(4 variables, 20 observations pasted into data editor)
```

```
. regress score i.tipo i.local lot
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	20
Model	.143668083	3	.047889361	F(3, 16) =	2.64
Residual	.290019408	16	.018126213	Prob > F =	0.0848
				R-squared =	0.3313
				Adj R-squared =	0.2059
Total	.433687491	19	.022825657	Root MSE =	.13463

score	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.tipo	-.1160837	.0721951	-1.61	0.127	-.2691305	.0369631
1.local	.1798478	.0718183	2.50	0.023	.0275999	.3320958
lot	-.0003147	.0002869	-1.10	0.289	-.0009228	.0002935
_cons	.9138942	.0884313	10.33	0.000	.7264281	1.10136

b) Teste do fator de inflação da variância

Para verificar a existência de multicolinearidade, recorreu-se ao teste do fator de inflação de variância, cujos resultados estão apresentados na Tabela E.2.

Tabela E.2 – Resultados do teste do fator de inflação da variância

```
. vif
```

Variable	VIF	1/VIF
1.tipo	1.38	0.724520
1.local	1.29	0.772371
lot	1.13	0.881336
Mean VIF	1.27	

Para todas as variáveis referidas, obteve-se um valor inferior a 10, o que significa que não existe multicolineariedade.

c) Homocedasticidade

A homocedasticidade deste modelo é garantida por aplicação do comando *robust* do STATA. Os resultados finais podem ser consultados na Tabela 4.3.